內政部登記證書警字第一二二三號
中華郵政特准掛號認爲新聞紙類

水利

第八卷 第一期



江蘇六塘河工程

中國水利工程學會發行

中華民國二十四年一月

中國水利工程學會

總幹事通訊處：　杭州浙江水利局

出版委員會通訊處：　南京梅園新村三十號

董事會

李儀祉	開封黃河水利委員會	李書田	天津華北水利委員會
汪胡楨	南京國府路梅園新村三十號	陳懋解	南京建設委員會
沈百先	鎮江江蘇建設廳	宋希尙	南京揚子江水道整理委員會
張自立	杭州浙江水利局	須　愷	南京導淮委員會
孫輔世	蘇州太湖流域水利委員會	周象賢	杭州市政府
彭濟羣	天津華北水利委員會	陳湛恩	南京全國經濟委員會
張含英	開封黃河水利委員會	許心武	淮陰導淮入海工程處
徐世大	天津華北水利委員會		

執行部

會長　李儀祉　　副會長　李書田　　總幹事　張自立

特種委員會

出版委員會	汪胡楨(委員長)	顧世楫	李儀祉	張含英	周鎮倫
職業介紹委員會	須　愷(委員長)	孫輔世	宋希尙	李書田	陳懋解
會員委員會	陳湛恩(委員長)	洪　紳	陳澤榮	徐世大	蕭開瀛
會所委員會	余籍傳(委員長)	汪胡楨	盧恩緒	林平一	沈百先
基金保管委員會	李儀祉(委員長)	張自立	孫輔世		

機關會員

建設委員會　江蘇建設廳　導淮委員會　華北水利委員會　永定河河務局　中央大學　內政部　太湖流域水利委員會　交通部　唐山工程學院　河北建設廳　浙江建設廳　整理海河工程處　修浚閩江工程局　揚子江水道整理委員會　山東建設廳　陝西水利局　河北工業學院　浙江水利局　建設委員會模範灌溉管理局　北洋工學院　南京市工務局　北方大港籌備委員會　全國經濟委員會水利處　黃河水利委員會　湖南大學　浙江大學

水利月刊投稿簡章

(一)本刊登載關於水利工程之論著，計劃，研究，實施狀況等文字。撰著或翻譯均所歡迎，文體新舊不拘，引據之處請註出以便閱者。

(二)投寄之稿請依本雜誌行格謄寫爲最好，並請加標點符號。如投稿者先將題目及大略字數示知，當將稿紙寄奉備用。

(三)如投寄翻譯稿件,請將原文題目著者及其來源詳細示知。倘蒙將原文寄閱尤妥。

(四)文中圖畫，除照相外請用黑色墨水繪製，務求清晰，並須字大綫粗。

(五)稿件揭載與否，不能預告。原稿概不寄還。惟未登載之稿件，得因預先聲明可以檢還。

(六)稿後請註明姓名住址以便通訊。

(七)稿件內容本會得酌量增删之。如有不願者，請先聲明。

(八)稿件請寄交南京梅園新村三十號中國水利工程學會出版委員會收。

水利月刊

第八卷　第一期

中華民國二十四年一月

目錄

本刊文責由著者自負

1.編輯者言（汪胡楨）……………………………………………………2

2.民船之運輸成本（汪胡楨）……………………………………………4

3.閘壩下游河底冲刷之避免（德國Rehbock著，汪胡楨譯）……………16

4.船閘節省水量之設備（德國方修斯著,汪駿驤譯）……………………26

5.黃河下游之泥沙（吳明愿）……………………………………………38

6.黃河河工圖譜（本會）…………………………………………………56

編輯者言

本期爲第八卷之首期,所載文字有足爲讀者告者:

1. 去年本會舉行第四屆年會,提出本年度中心研究問題五則,其一爲民船運輸成本問題。僕即根據在整理運河討論會所得調查資料,著成『內河船舶之運輸成本』一文以作此問題之前驅。其中闡發改良航運之重要性甚多,尙希讀者進而教之。

2. 閘壩下游之冲刷久已成設計閘壩者最困難之問題。自Rehbock由模型試驗方法發明水躍及齒形檻後,此問題已有相當解決。然國內知者尙少,故即在近年所建閘壩,設計者仍懵然未覺,不思採用,此猶發明種痘術後,仍一任天花之來襲,至無謂也,故亟譯雷氏試驗報告以餉讀者。

3. 重門船閘之發明以吾國爲最早(編者將於另文發表)。但故步自封故無進步可言。近歲小淸河工程局整理海河委員會導淮委員會始紛起建築船閘,未始非水利工程史一光榮之頁。但各機關所建船閘尙多因陋就簡,對於水之浪費,不過較昔稍勝一籌。殊不知河流低水流量最堪珍惜。有一滴不能盡其用即屬學者之羞。方修斯教授來華時,曾數與編者談船閘節水之法,歎爲精妙無倫,茲特請汪君駿驤由方氏所著書中摘譯之以成一文。想讀者亦必以先覩爲快。

4. 吳君明愿『黃河下游之泥沙』一文中,頗有許多可以寶貴之資料。如哈腦試驗所測定黃河及永定河泥沙之成分及所附各國著名學術團體土質分類表,均有參考之價値。

5. 黃河河工圖譜係就山東河務局所繪之圖與楊君保璞所輯之河工名詞編纂而成。舊式河工有待於新科學爲之改良者甚多,但其內容苟不澈底明瞭,則雖欲設法改良,亦無從着手。此圖之作,卽是欲爲改進河工者之一助。舊式河工自遠古演變而來,故不僅名詞多如牛毛卽

構造方法亦有無窮變化,本篇所輯,不啻淺嘗一臠。尚望邃於斯道者設法增編,付本刊發表,以蔚成宏著。

6. 本會前以正續行水金鑑爲探求吾國水利史者不可不備之書,因原書購覓匪易,偶有一部,亦非數百元不能致,因請商務印書館,設法重印,以嘉惠士林,現悉該館已決定重印並編入萬有文庫第二集中。祈注意是荷。

7. 本會刊物積存日衆,故由編者在南京桃源新村構小屋數椽借與本會作爲臨時會所。現以正式會所已有成議,恔奉副會長命將臨時會所取消。此後關於出版委員會信件稿件祉暫寄南京梅園新村三十號敝寓爲荷。

8. 自本卷起印刷方法,略有改進。每篇論文,均冠以號數。

民船之運輸成本

汪胡楨

(一)調查之範圍

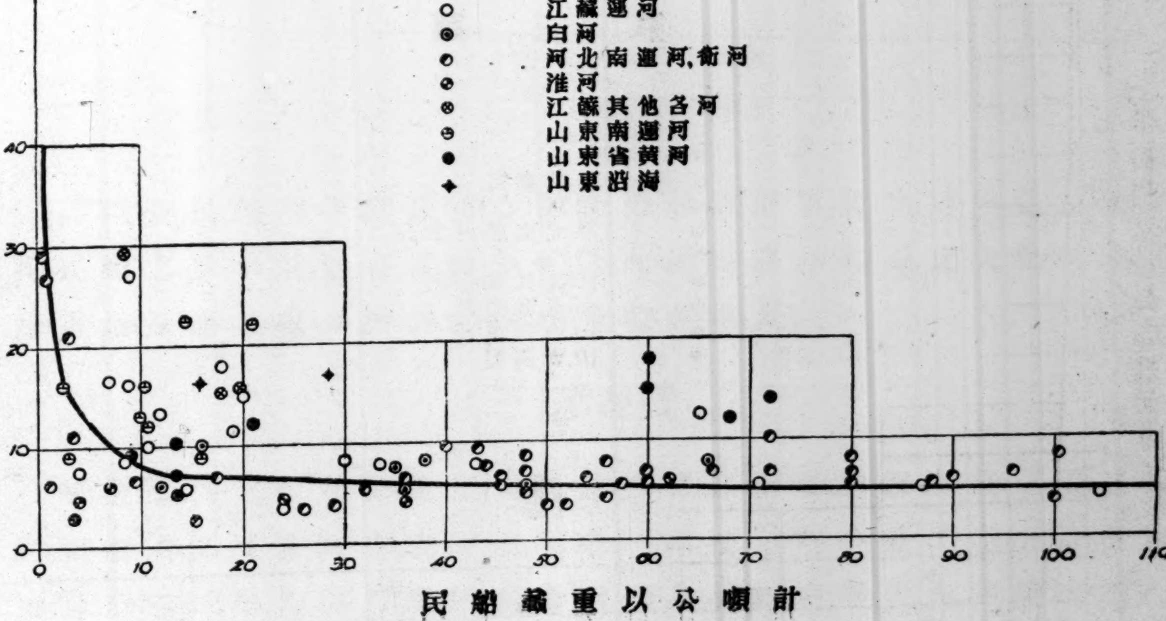
整理運河討論會曾發出船舶調查表多張,請各合作機關派員調查,用以計算民船之運輸成本。結果各機關塡明寄回者得一百十四張;除載客輪船五張捕魚割草不載貨者二張及塡寫不完全者四張不計外,共得一百零三張。玆將其調查機關及船舶隻數列表如下:

省名	調查機關	航行區域	調查船舶數目
河北	華北水利委員會 河北省河工船捐徵收處 整理運河討論會	白河	13
河北,山東,河南	華北水利委員會 山東運河工程局 河北省河工船捐徵收處 河北省南運河河務局 整理運河討論會	河北省,南運河,衛河	38
山東,河南,山西	黃河水利委員會	黃河	11
山東	利津商會	渤海沿岸	2
山東	山東運河工程局	山東省南運河	9
江蘇,安徽	導淮委員會	淮河	5
江蘇	導淮委員會 山東運河工程局 太湖流域水利委員會	江北及江南運河	19
江蘇	太湖流域水利委員會	吳淞江	6
			共計 103

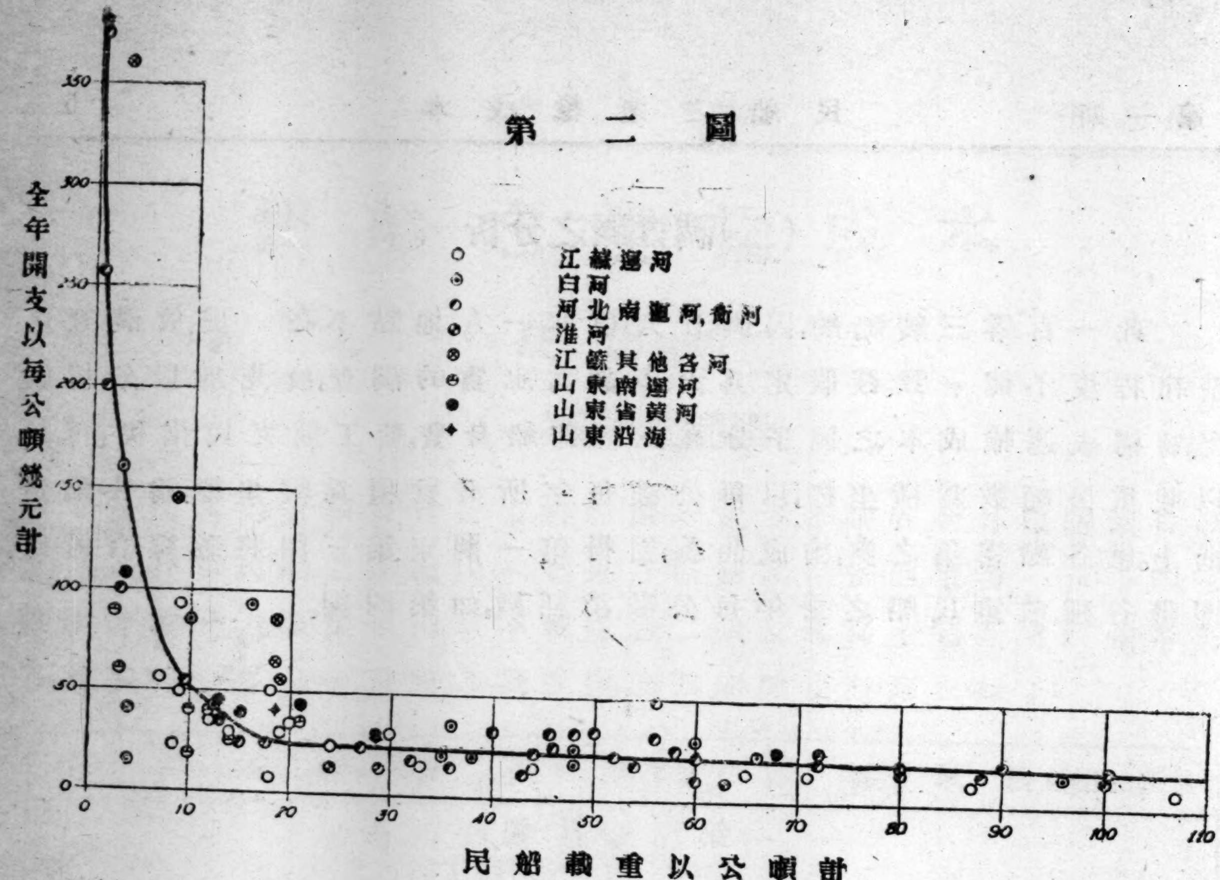
(二)調查表之分析

此一百零三艘船舶,因調查人員非一人,地點不在一處,故調查之精粗程度不能一致。玆假定其大多數爲忠實的調查,故先加以分析研究。將構成運輸成本之因子分爲三種,即船身費,薪工開支與捐稅。每種以載重公噸數爲橫坐標,以每公噸每年所費欵項爲縱坐標,繪各點於紙上。就各點密集之處,繪成曲線,因得第一圖至第三圖。將各線合併之,即得各種載重民船之全年每公噸消耗數,如第四圖。

第一圖

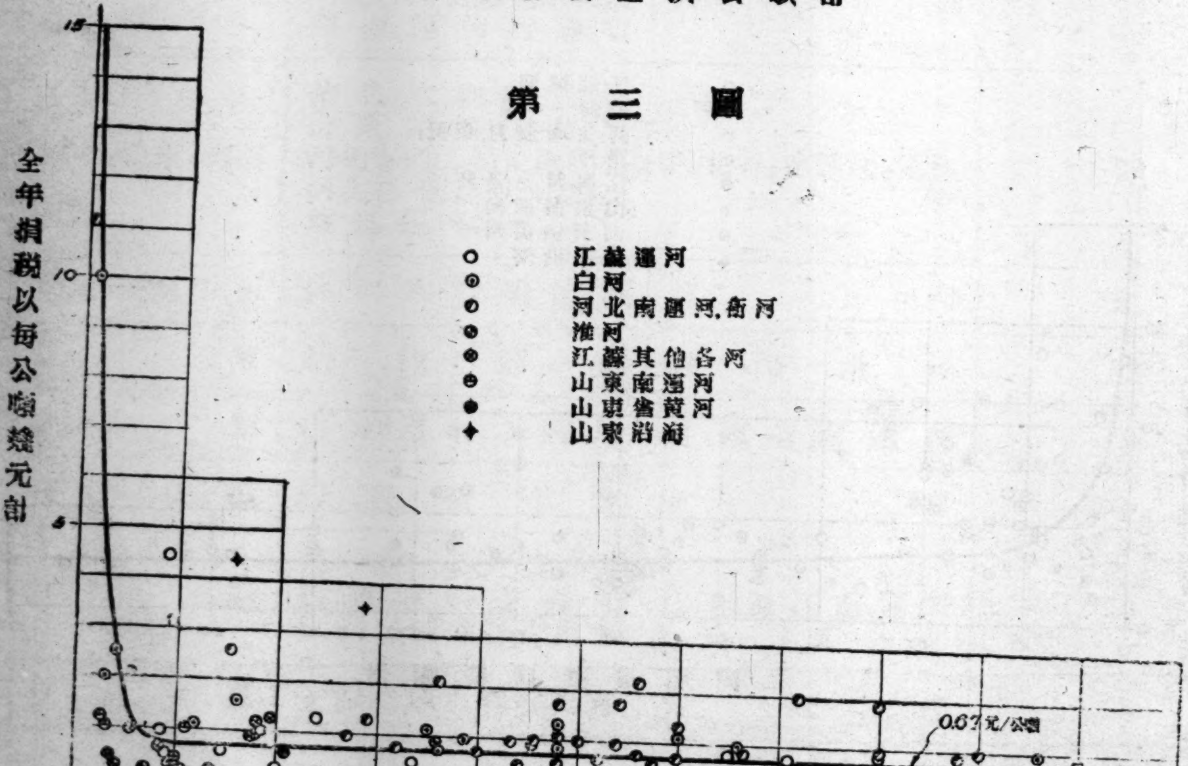


第二圖



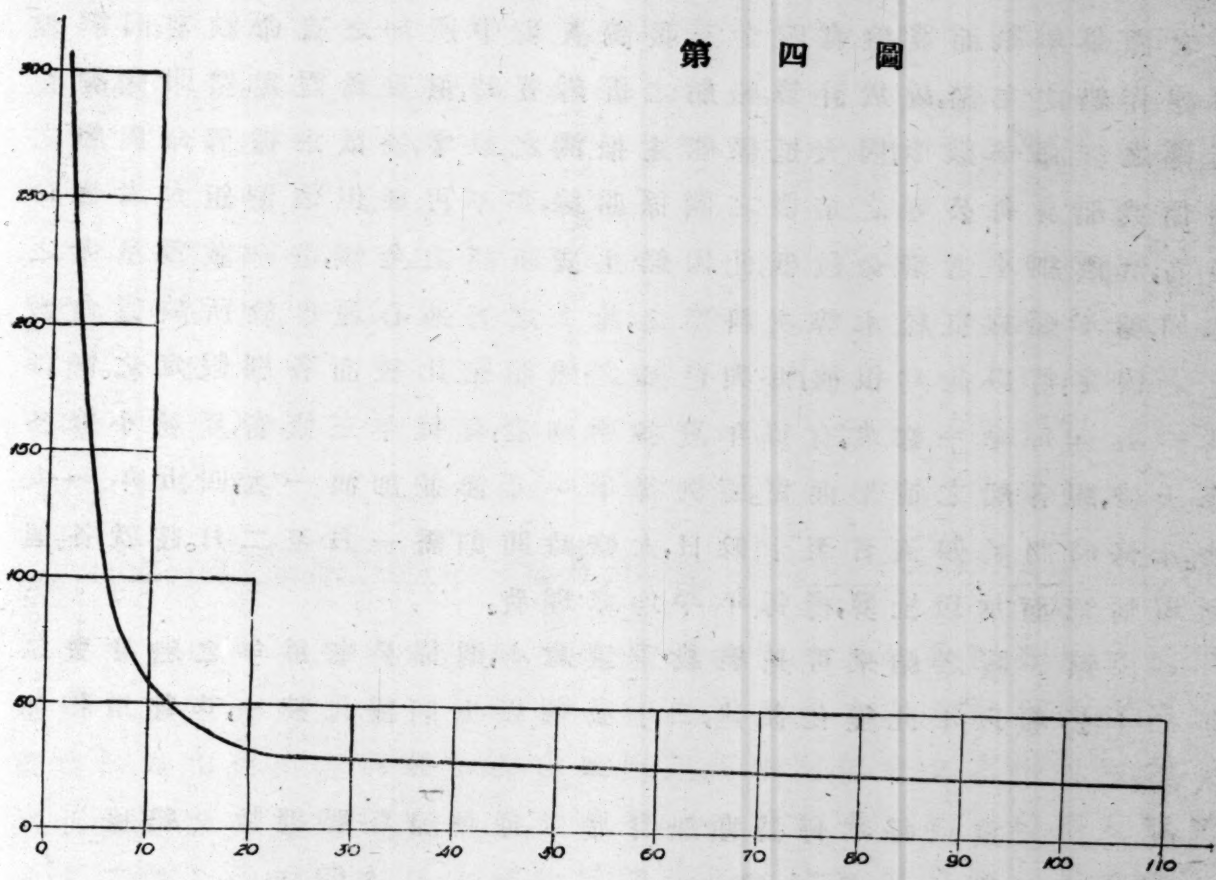
江蘇運河
白河
河北南運河,衛河
淮河
江蘇其他各河
山東南運河
山東省黃河
山東沿海
全年開支以每公噸幾元計
民船載重以公噸計

第三圖



江蘇運河
白河
河北南運河,衛河
淮河
江蘇其他各河
山東南運河
山東省黃河
山東沿海
全年捐稅以每公噸幾元計
0.67元/公噸
民船載重以公噸計

第四圖



因調查民船時所詢載重量係指淨載重而言,故比排水量為小。如欲得民船之排水量,則必以係數除之。此係數在小船必比大船為小,蓋船身重量及器具傢具所佔去之成分較鉅也。

(三)船身費

船身費內包括船舶造價之利息,船舶之折舊,與修理費三項。計算時船舶造價係根據調查表所載,利率一律按年利一分二厘計算。折舊係按壽命年數平均計算。民船壽命因船身材料之優劣,與養護之勤否而定。柏木製之船可用六十年以上至百餘年,桱木可四五十年,紅松木則在二十年至四十年。再相同材料之船身,倘勤加修理,則可延年,惰則

否,此理甚明。調查表中船之壽命一項所塡入者均係指船舶勤加修理後之壽命年數而言。但有四十三張調查表中所列之壽命數字,因調查者誤作船之年齡,故於計算船舶之折舊費時,須重爲假定。然即從調查所得之壽命年數中,因大抵係船主推測之數字,故欲求得壽命與船之造價或船身每公噸之造價之關係曲線,亦不可能。但造價鉅大者壽命較高,造價細小者壽命較低,此因船主費鉅額之金錢,造一載重量大之船舶,總不願以紅松木等次料造之,此人之普通心理也。故所缺壽命數字之假定,暫以此爲根據,再與已知之船舶相比較而各別假定之。修理費一項有每年一修者,有每年夏冬兩修者,有每年三修者,夏秋小修冬季大修,視各船之情形而定。通例每年一小修並加油一次,四五年一大修。小修時間約四五日至十餘日,大修時間則需一月至二月。玆就各個所塡情形而加以扯算,得每年平均修理費。

由第一圖之結果可見船載重量愈小,則每公噸每年之船身費愈鉅。二十公噸以下此變化甚速,二十公噸以上則變化較小,其費用約如次表。

載重	每年每公噸船身費	每年船身費總數(船租)
五公噸	$ 12.00	$ 60.00
十公噸	8.00	80.00
二十公噸	6.50	130.00
四十公噸	6.20	248.00
七十五公噸	5.20	390.00
一百公噸	5.00	500.00

(四)全年開支

全年開支係按船上所有長工短工全年之薪工數火食及船主與家屬全年之開銷而計算。通例長工之薪金以全年計算,短工則臨時僱用其薪工或以日計或以次計或以站計休息時解僱不給工資。至於長

工短工之伙食則均由船主供給之，茲均加以扯算。其結果如第二圖。由此圖可見民船全年每公噸開支亦以載重量較少者爲鉅。在二十公噸以下變化較劇二十公噸以上則變化較少。茲列表如左：

載重	每年每公噸薪工開支	每年薪工開支總數
五公噸	一一〇元	五五〇元
十公噸	五〇元	五〇〇元
二十公噸	二五元	五〇〇元
四十公噸	二二・五元	九〇〇元
七十五公噸	二〇・〇元	一五〇〇元
一百公噸	一七・五元	一七五〇元

(五)捐稅

按捐稅一項，包括所有船照船捐碼頭捐及其他各種費用，大抵因地而異。從第三圖而觀可知河北省較高，江蘇省次之，淮河再次之，以山東黃河及山東南運河最少，而山東南運河中向無分文之捐稅可言。查河北省運河中之捐稅，有特捐，旗照費，水上公安費（約佔特捐及旗照費之二成）碼頭等名目，大都均係按季徵收之。按普通規定捐率係按船之長度或載重數分爲若干等級，故同級之船，載重愈大則所負担之稅愈少。以全部而言，則載重量愈小，則每年每公噸所負捐稅愈重。茲列表如次：

載重公噸量	每年每公噸捐稅	每年捐稅總數
五公噸	一・八三元	九・一五元
十公噸	〇・六七元	六・七〇元
二十公噸	〇・六七元	一三・三〇元
四十公噸	〇・六七元	二六・八〇元
七十五公噸	〇・六七元	五〇・二五元
一百公噸	〇・六七元	六七・〇〇元

(六)全年總消耗

將全年船身費,薪工開支及捐稅合計之,為民船一年中消耗之總數,其結果如第四圖。茲將各種載重量全年支出數,列表如次:(小數從略)

載重量	每年每公噸總消耗	每年總消耗
五公噸	一二四元	六二〇元
十公噸	五九元	五九〇元
二十公噸	三二元	六四〇元
四十公噸	二九元	一一六〇元
七十五公噸	二六元	一九五〇元
一百公噸	二三元	二三〇〇元

(七)運輸成本

船舶運載貨物每公噸公里所派之成本,謂之運輸成本。設船舶之載重量為W公噸,每公噸全年消耗為E,普通運輸貨物自起點至訖點為1公里,去程載貨m%,回程載貨n%一年通航日期佔全年K%(全年以三百六十五日計,)則

每年運輸日數等於365K設每日可行30Km,而待貨裝貨平均需時二日,卸貨需時一日;則每運貨一次共須$\left(\frac{1}{30}+3\right)$日;一年可以運貨$\left(\frac{860K}{\frac{1}{80}+3}\right)$次,其中平均每次運貨$\frac{m+n}{2}$W公噸其運程為1公里,故全年運輸量為$M=\left(\frac{365K}{\frac{1}{30}+3}\right)\frac{m+n}{2}W1=\frac{10950K}{1+90}\left(\frac{m+n}{2}\right)W1=\frac{5500K(m+n)}{(l+90)}W1$

近年因社會經濟衰落之關係,故船舶來回帶貨常感不足。由各調

查表所列,可以假定去程帶貨90%,回程帶貨50%,故 $M=\left(\frac{7700}{1+90}\right)K$ Wl。

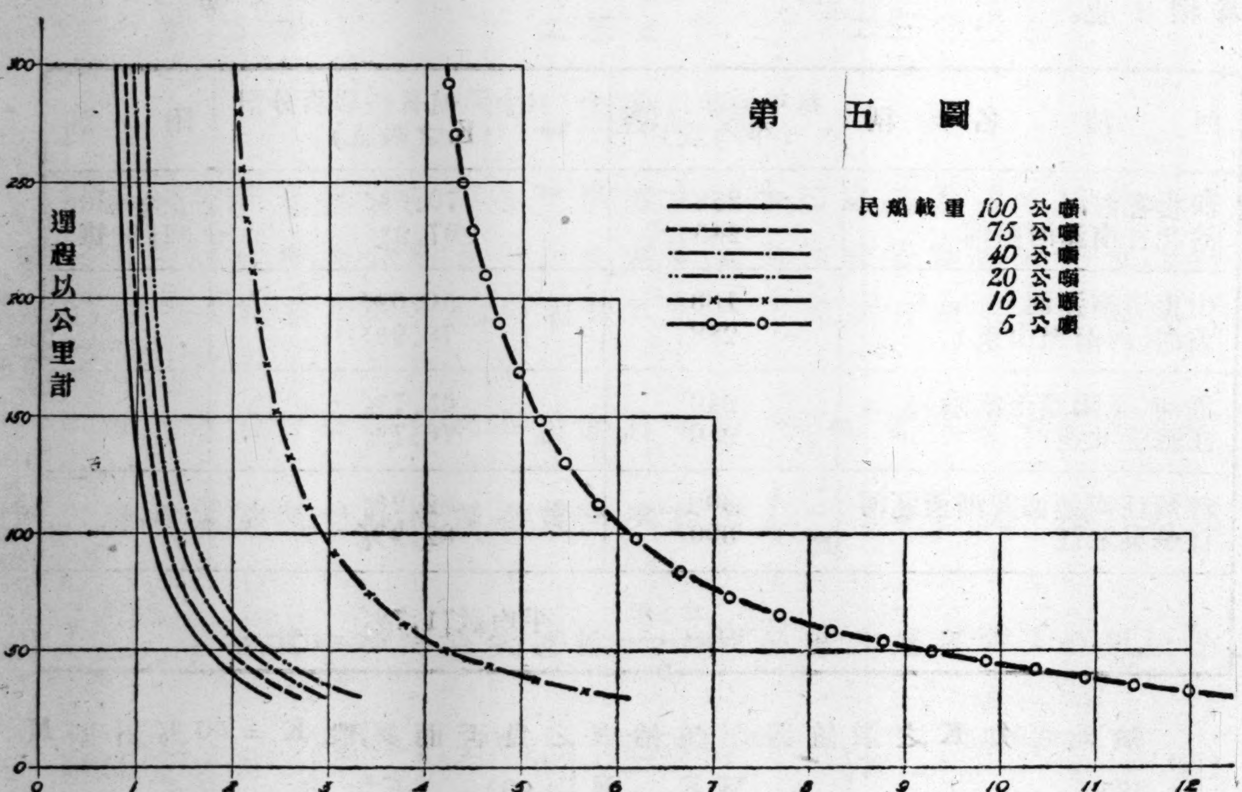
每年通航日期,隨河流而異,而民船在河上行駛時間,固視各河流除冰凍水淺外之通航日期而定,但即於通航日期中,往往因缺貨而休息。如河北南運河中,民船在河上行駛時間約佔全年四分之一,其餘則休息,休息之原因冰凍水淺佔十之五而缺貨亦佔有十分之五焉。即一年中,祇有三個月民船在河上行駛四個半月因冰凍水淺而休息,四個半月因缺貨而休息。農村經濟之衰落情形,於此可見一斑。茲於計算各河流K之數字時爲便利起見,均以每年內各河流除冰凍水淺以外之通航日期而定,而民船在河上行駛日期,與全年之係數,當較K之數值爲稍小也。

河流名稱	每年通航日數(平均數)	一年中通航日數以百分計(K之數值)	附註
河北省白河	258	70.6%	全年以365日計算
河北省南運河衛河	245	67.2%	
山東省南運河	183	50.0%	
黄河(河南至山東)	288	78.9%	
淮河(正陽關至淮陰)	240	65.7%	
江蘇江北運河	280	76.7%	
江蘇江南運河及浙西運河	300	82.2%	
江蘇吳淞江	300	82.2%	
		平均數71.7%	

於此可知K之數值因河流治理之良否而異,設 K=50% 計則 $M=\left(\frac{3850}{1+90}\right)$ Wl 運輸成本 $=\frac{WE}{M}=\frac{E(1+90)}{3850l}$。茲將運程分爲七級,計30,

60,90,120,180,240,300公里,每級計算各種噸位之運輸成本如下表及第五圖

載重 / 成本公式 / 運程	5公噸	10公噸	20公噸	40公噸	75公噸	100公噸	
	$0.0322\times\frac{1+90}{1}$	$0.0153\times\frac{1+90}{1}$	$0.0083\times\frac{1+90}{1}$	$0.00753\times\frac{1+90}{1}$	$0.00675\times\frac{1+90}{1}$	$0.00598\times\frac{1+90}{1}$	$\frac{1+90}{1}$
30	12.90	6.14	3.34	3.01	2.70	2.39	4.000
60	8.05	3.82	2.07	1.88	1.68	1.49	2.500
90	6.45	3.08	1.66	1.50	1.35	1.19	2.000
120	5.63	2.68	1.45	1.32	1.18	1.04	1.750
180	4.83	2.30	1.24	1.13	1.01	0.89	1.500
240	4.42	2.11	1.14	1.03	0.93	0.82	1.375
300	4.18	1.99	1.08	0.98	0.87	0.78	1.300



(八)結論

由以上之分析,可得以下之結論

(一) 船舶載重量愈大,則運輸成本愈低,此可自第五圖見之。運河整理以後如能通行,載量二百公噸之貨船,則由第三圖曲線推算其全年每公噸之消耗僅十二元五角,卽比一百噸貨船之運輸成本,尙可減低百分之四十六。

(二) 一年中通航日期愈長,則運輸成本愈低,此可自運輸成本公式中見之。上節所附之表係假定通航時期爲全年百分之五十,約與山東南運河現狀相同,如將運河加以整理,使之終年通航,則在黃河以北除去冰凍日期外通航時期爲全年百分之八十,其運輸成本,尙可較表列之數減去百分之三十七。在黃河以南因通航日數爲百分之一百故運輸成本可以較表列之數減低百分之五十。

(三) 船舶待貨裝貨卸貨之時間愈短,則運輸成本愈小。欲期船舶不致因待貨而停泊多時,則必須將航運事業造成完善之組織。貨運起點,必須有貨倉以儲貨,有機關以招徠貨物及分配裝運焉。欲使裝貨卸貨迅速則必須建設碼頭裝置機械,使船到卽卸卸竟卽裝,無絲毫之留滯。

(四) 船舶行走愈速,則運輸成本愈小。欲期船舶行走迅速則於河岸必須建設護岸工程,運河橫剖面積與船身浸水橫剖面積之比率必須加大,此關於運河河身方面之事也。船閘啟閉,必須迅速此關於船閘方面之事也,船頭構造,必須尖銳,船身必須光滑此關於造船方面之事也。

(五) 行船全年開銷愈低則運輸成本愈低。欲期減低開銷,則必須利用效率較高之行船方法。以通例言搖櫓不如撑篙及拉縴人力風帆不如螺旋推進機,螺旋推進機,則不如岸上拉縴機。雖在吾

國今日尙不能遽語及此,然於此可見水運經濟之領域,無窮極之時;輒隨科學進步而進步也。

(六) 捐稅愈輕,則運輸成本愈低。故欲期航運之發達,必須各省政府對於民船不再課以重稅而後可。即在將來運河整理以後,除應徵之使用費外,不應額外加徵任何費用也。

(七) 運距愈長則運輸成本愈輕,故將全部運河加以整理或將相關水道使之互相聯絡則運程愈長,而貨物因運費低廉愈可行遠。

(八) 船舶來程去程裝貨愈能滿足。則運輸成本愈低。故如社會生產發達運輸繁盛則運輸成本可以益輕。例如上節之表中係假定去程裝貨百分之九十來程裝貨百分之五十平均僅及百分之七十,今若能增至百分之一百,則成本可以減輕百分之三十矣。

(九) 上節表中係假定一年中通航日數K=50%蓋以目前運河狀況最惡劣之一段而言。然大部河流K之值輒在60—80%故事實上民船運輸成本尙比較表列為小也

(十) 運河整理以後,如終年通行二百公噸之船舶,則其運輸成本較諸今日之一百公噸船一則減少百分之四十六。(見結論一)二則減少百分之三十七。(見結論二)今設其運程為一百八十公里則其運輸成本如次成本 $=\frac{WE}{M}=\frac{WE}{\frac{10950K}{1+90}\left(\frac{m+n}{2}\right)Wl}$

以E=12.5元, m=90% n=50% K=80% l=180 代入

則成本 $=\frac{12.5}{\frac{10950\times.8}{180+90}\times.7\times180}=0.0031$ 元

故斯時每公噸公里之運費僅三厘,若加徵運河使用費三厘至五厘,則最大運費亦秖及八厘,仍比任何交通方法為低廉。故導淮委員會所定徵收使用費為三厘,本會於整理運河計劃假定自三厘至五厘均

在船舶因河道整理後減低之運費數目以內,可謂取不傷廉者也。茲錄著者調查所得之各種交通方法運費表如左,以供參考。

交通方法	著者調查每公噸公里之運費
肩挑	34.0分
公路汽車	30.0分
獨輪車	19.2分
驢車	18.0分
輕便鐵路	2.4分
鐵路	2.0分
內河民船	1.2分
運河整理後之民船	0.8分

閘壩下游河底冲蝕之避免

德國 Theoder Rehbock 著　　汪胡楨重譯

曩晤方修斯先生,盛稱雷濮克發明用水躍及齒形檻避免閘壩下游河底冲蝕之神効。後由 Hydraulic Laboratory Practice 書中路見其試驗之經過,惜未獲其詳。近歲國內建築閘壩漸夥,成功以後輒發見河床冲蝕之缺點。甚者年費鉅額之修理費,則雷氏方法,亟應採用,可以無疑。原文載 Der Bauingenieur 1928 茲覓得雷氏英譯本,特重譯之以公同好。　　譯者識

(提要)本文申述閘壩護坦之末端建築齒形檻(Dentated Sills=Notched Sills)後減少冲蝕之程度。以盧先博士 Dr. Luescher 在瑞士 Aarau 地方,暨楷爾斯路工科大學水工試驗所之試驗爲根據。於此並可見齒形檻之作用,雖在湍急之狂流中,亦甚顯著。本文又申述爲發生水躍 Hydraulic Jump 所需護坦之高度,可由狂流之闊度及支持力公式計算得之。並証明水躍之高度可由支持力(Supporting Force=Stutzkraft)公式精密計算之。

在水利工程中,最使工程師無確切把握者,恐無過於設計閘壩之底部。著者於一九一〇年編著工程科學叢書時,因涉及壩之建築與閘之底部結構,即深起此種感想。自是以後工程界對於閘壩設計,業有顯著之進步,此種進步,一半由於建築無數新閘壩後所得之經驗,一半由於模型試驗之成績。楷爾斯路水工試驗所對於壩之形式,及閘底之構成,研究之時期爲最久,已作無數試驗以闡明水流經過閘壩之各種問題。各種式樣之護坦,咸用模型試驗,其所採之成例,不僅以德國爲限,荷蘭法蘭西西班牙意大利瑞士小亞細亞祕魯亦均採及。由此種試驗,護坦之適當高度及必需之寬度均經決定。又利用齒形檻以後(橫貫閘壩護坦末端之檻,其上設有成排之齒,齒尖向上游)閘底問題亦獲解

決,可使護坦末端以外,毫無保護設備之河底上,避免危險性冲蝕之發生。著者於楷爾斯路工科大學一九二五年百年紀念册上曾著文曰「用齒形檻戰勝開壩河底冲蝕。」最近齒形檻之効果已由各處水力試驗所加以研究,瑞士盧先博士復將試驗結果作爲詳細報告,以比較閘底設置齒形檻與否之結果。

閘壩底部之設計,因應用支持力之關係,又有重要之進步。加斯丹仁博士 Dr. Carstanjen 在 Wiesbaden 著重要書籍曰「水之流動與其發生之力」曾述及戈須教授 Prof. Alexander Koch 之研究經過

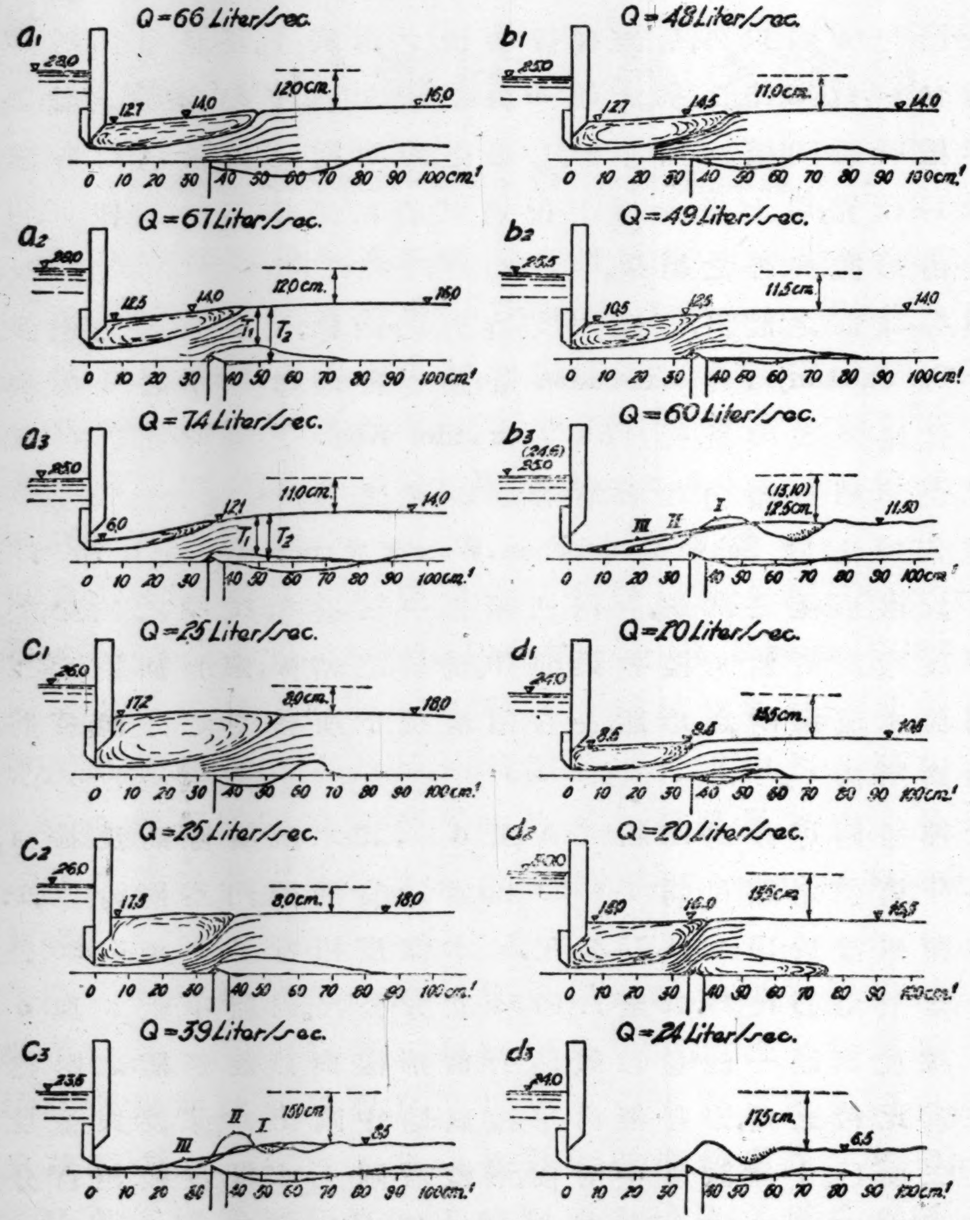
以上二種書籍引起著者著述本文之意。

盧先博士於 Schweizerarischen Wasser wirtschaft, 1927, Nr. 7 內著文曰「雷氏齒形檻之試驗,」內已報告一種模型試驗之結果,係由彼研究水平護坦設置齒形檻效果而作。試驗之結果,繪有插圖十二張,以顯示縱剖面,水流過閘之形態,及各種情况下所發生之冲蝕。玆將此縱斷面重繪爲附圖一。

此種插圖可分爲四組(a 至 d),其水流空隙高度爲 4, 3, 2, 1.2 公分。模型之縮尺爲 1 : 50 相當於實際閘門空隙2,1.5,1.0,0.6公尺。其水頭相當於15至11.75公尺,尾水深度相當於 9 至3. 25公尺。閘之流量相當於每公尺26.16至7. 07秒立方公尺。四組中祇 a 與 c 組係用同一水深度與同一流量以試驗有齒形檻與無齒形檻之影響比較。b 組亦足爲比較之用,因在無齒形檻試驗中閘上水深度與流量僅較大百分之二而已。d 組試驗中有齒形檻者閘上水深度較鉅百分之二十五,閘下水深度較鉅百分之五十七,故無比較之可能。

其中眞實可以比較之試驗爲 a_1 與 a_2, b_1 與 b_2, c_1 與 c_2。閘下尾水位均較高,故有永久水面滚流 Surface Roller 之發生。

在無齒形檻之試驗中(有小註 1 之試驗)均曾發生冲蝕。其深度均約與水流空隙高度相當。有齒形檻之試驗中(有小註 2 之試驗)其冲蝕深度均僅及小註 1 各組之五分之一。在 d_2 試驗內,因有齒形



附圖一　　水平護坦水閘之冲刷試驗—有齒形檻與無齒形檻（參考 Dr. G. Luescher 著雷氏齒形檻試驗原文載 *Schweizerische Wasserwirtschaft*, 1927, No. 7, P. 95.）

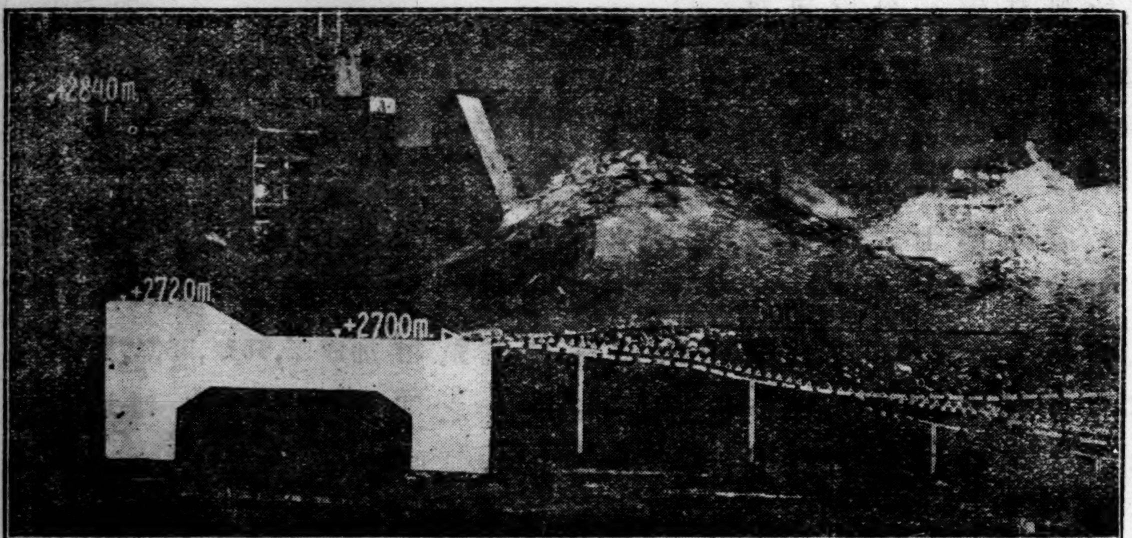
檻,故無任何冲蝕之可見。

此種試驗結果均與楷爾斯路水工試驗所之結論相符合。例如水平護坦內,若有水面滾流發現時,因齒形檻之影響,冲蝕之深度可減至原有深度之極小分數,或竟完全絕跡。

盧先博士之插圖,又可顯示水面滾流之長度,亦因齒形檻而減少,又閘下湍流立即回復至尋常狀態,其速度較波浪之速度爲小。第三系試驗 a_3, b_3, c_3, d_3 係較第一系試驗之流量增加12%,25%,56%,與20%。尾水深度減少 12%,18%,55% 與 38%。換言之即比較均在不利之條件下。水流情形即因此諸條件而改變。僅在 a_3 試驗中尾水較淺,故有永久水面滾流之發生。其餘 b_3 c_3 d_3 試驗則水流蜿蜒流出無水面滾流之存在。縱有此種不利條件之關係,四種試驗之冲蝕深度,均較第一系相當各試驗(無齒形檻)爲小,此即齒形檻之效驗也。此種試驗頗足令人置信於齒形檻減少冲蝕深度之能力。由盧先博士之插圖,可明見即使有第三系試驗之諸種不利條件,因有齒形檻之設置,其護坦以下之河底均無冲蝕。反而言之,無齒形檻之各試驗即在較小流量及較深尾水情形之下,護坦末端亦有冲蝕。故閘底之邊,均被淘空露出(試驗 a_1 與 c_1)。而此種情形,在有齒形檻者全未發現,即使在 c_3 d_3 無水面滾流之時。

第三系試驗中盧先博士惜未作有齒形檻之比較試驗。苟作此項試驗,則更足證明在不利之水流條件下齒形檻之價值,即水流至護坦末端,猶作急射狀也。

此種水流狀況可參考楷爾斯路之新試驗,用萊因河上游 Ryburg Schwoerstadt 水力廠閘壩(最近設有齒形檻)爲範本。在此處之閘,頭水深度自 11.5 遞變至 12.0 公尺,尾水深度自四公尺至七公尺。流量每秒五,五〇〇立方公尺,分由四閘空中流出。每閘空寬度爲二十四公尺。因有鉅量之水流經閘空,故至護坦之末端猶作急射狀。及至護坦末端以後,則面作起伏狀,其第一波浪,達到極大高度。如附圖二所示,即相當於流量每秒四,〇〇〇立方公尺時之情形也。



二圖　Ryburg-Schwörstadt水電廠滾水堰模型試驗（模型比例1:50，每堰寬一公尺之流量爲41.7秒立公尺，河底爲6—12公厘之礫石）

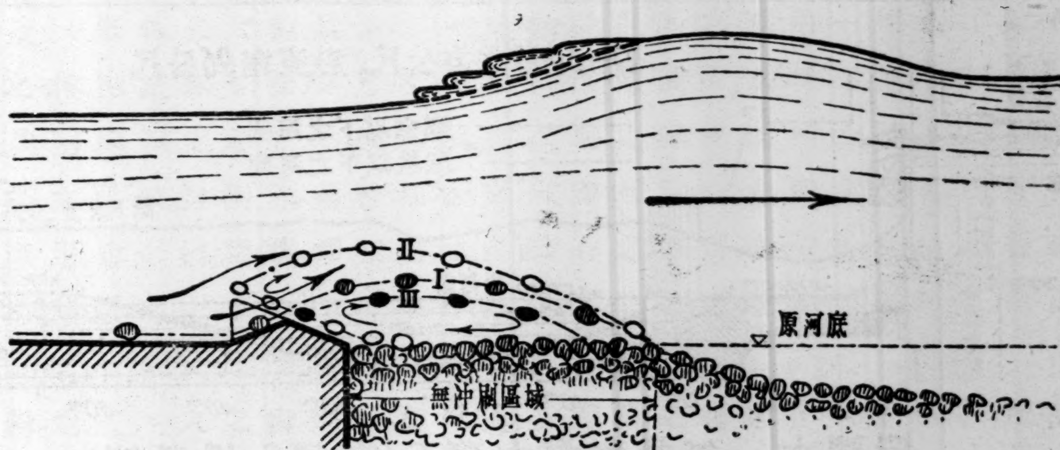
即使在此種速而且暴之水流，可自附圖二看出應用齒形檻以後，在各種流量中，並無任何冲蝕發現于護坦之末端。河床中舖有小礫石，或0.3至1.2公厘之砂亦不發見其因冲蝕而低落。惟在距離護坦末端極遠之處，河床依一平坦坡度逐漸低落。故此處之護坦，雖在急射之水流中因有齒形檻之設置，得受安全之保護，不爲冲蝕所侵損。

附圖三顯示在峻波 Standing Wave 下方之着地水流，將礫石帶起，向上行動，至齒形檻，更沿齒之上面，向上游行動，至齒之最上端，乃爲水流挾走，復墮入水底滾流之中。

此向上流動之水流，足使沉澱物被水帶走故能免除護坦以下之冲蝕。不僅如此，並足使護坦以下發生少許之淤積。

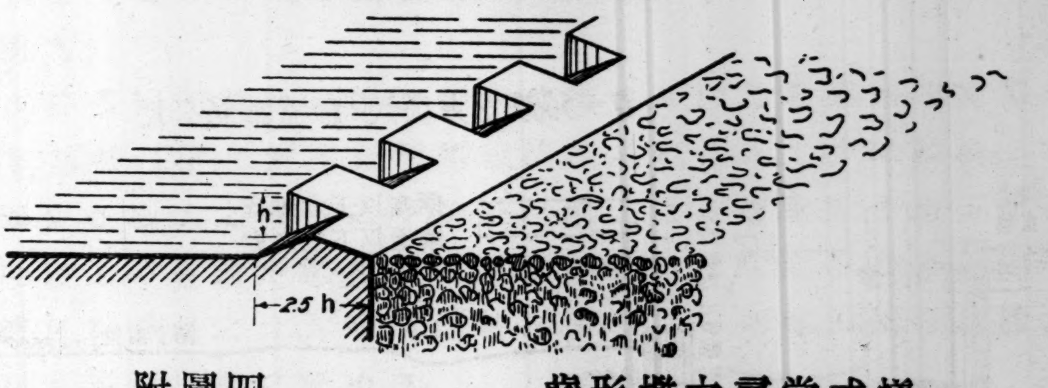
但如將此種試驗中之齒形檻除去，則圖中之水流即起突然之變化。大部分之沉澱物即爲水帶至下游，冲蝕立即發生於護坦之末端，使閘底部份顯露。即在護坦以下甚深處之沉澱物亦因以活動。

圖六、七之縱剖面表示在五千秒公尺之流量，加于九十六公尺

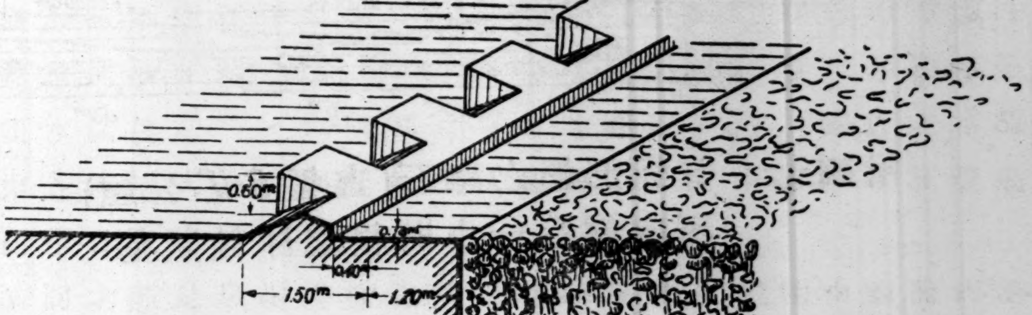


附圖三　礫石行動路線圖解

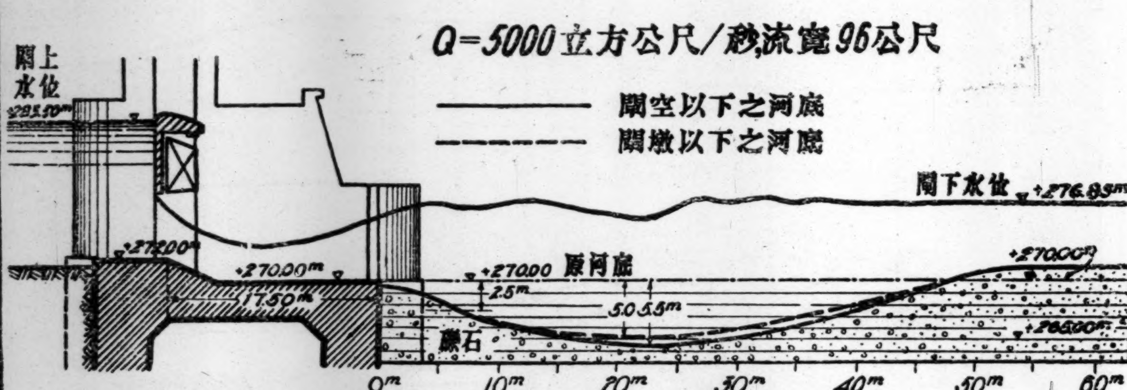
Ⅰ　礫石自齒隙向下游行動
Ⅱ　礫石向上游行動越過齒尖
Ⅲ　礫石向上游行動準對齒隙



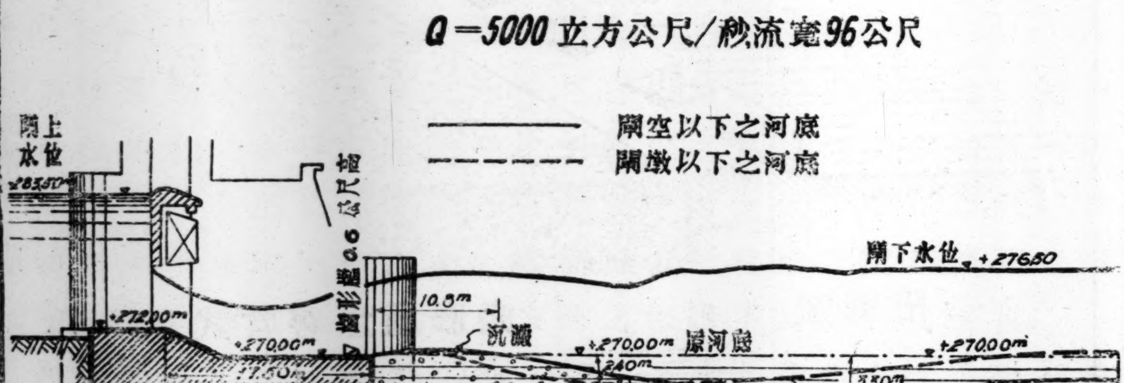
附圖四　齒形檻之尋常式樣



附圖五　Ryburg-Schwoerstadt 水電廠
活動閘所用之齒形檻式樣



附圖六　無齒形檻之礫石(直徑6-12公厘)
河床試驗一小時後之冲蝕狀態



附圖七　有齒形檻之礫石(直徑6-12公厘)
河床試驗一小時後之冲蝕狀態

附圖六與七　齒形檻成效之試驗(用1:50 Ryburg-Schwoestadt之模型)

之寬度（即每公尺流量五二・一秒公尺）之間用一比五十之縮尺所成之模型試驗結果。齒形檻之結構如附圖五,其外足削除以露出閘底板,與附圖四之尋常結構略異。據試驗之結果,此種改造,並不影響於齒形檻之成效。但削除處若部份舖以礫石時,則立即爲強流所冲去。

應用齒形檻以後,即在洪水時,礅心之前端,亦可無冲蝕之發生,如無此檻,則礅心之下立即發生冲蝕。經過一小時以後,其刷深度,相當于自然之二・五公尺（附圖六）

附圖八、九之縱剖面,顯示有齒形檻之護坦在四千秒公尺流量之結果。由此可見河底之物質,雖有粗細之別,但與刷深之度無甚關係。僅粗大之物質刷深需時較久耳。在此種試驗中,達到同樣之刷深度,礫石需時三十二小時而砂則僅需四十分鐘,在時間上相差四十八倍也。（附圖九）

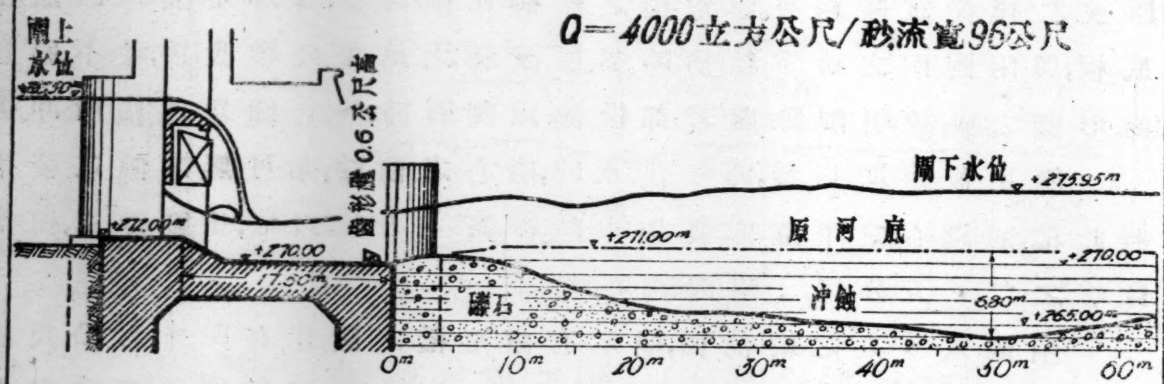
自許多補充試驗足證設置齒形檻後冲蝕地點與護坦末端相距甚遠,且無甚危險,可使閘底無須板樁或其他深入土中之結構。

即使在極大之狂流之下,每公尺閘上流量達到四十至五十秒立方公尺以上,苟有齒形檻之設置,其接近護坦末端之河底,亦不受冲蝕。此事誠可爲神異之至。其事實觀於附圖二,即可明瞭,因用以試驗之水流係在厚玻璃所製之槽中也。

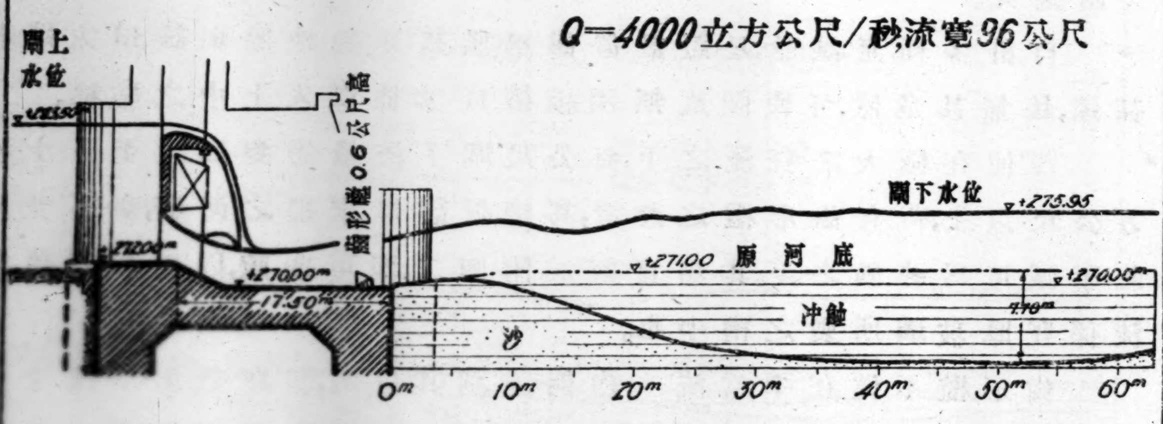
齒形檻不僅在平常流水內能達到其目的,即在急射水流中亦然。不僅此也,例如在 Ryburg- Schwoerstadt 水電廠,水平護坦甚短,僅等于護坦上頭水深度之一・六倍。其所以有此神效者,乃因流去之水流與齒形檻作各種形式之接觸,非如在尋常閘下安置深潭,使水流滾過而不與檻面作合宜之接觸也。

齒間之隙足以增進檻之效用。同時可使沉澱物由齒隙內流去免使積聚於護坦之上。此種情形在無齒隙之檻暨流量較大時,則常難免除也。

齒形檻以附圖五之式樣成效最大,Friedland 水電廠所用之齒形

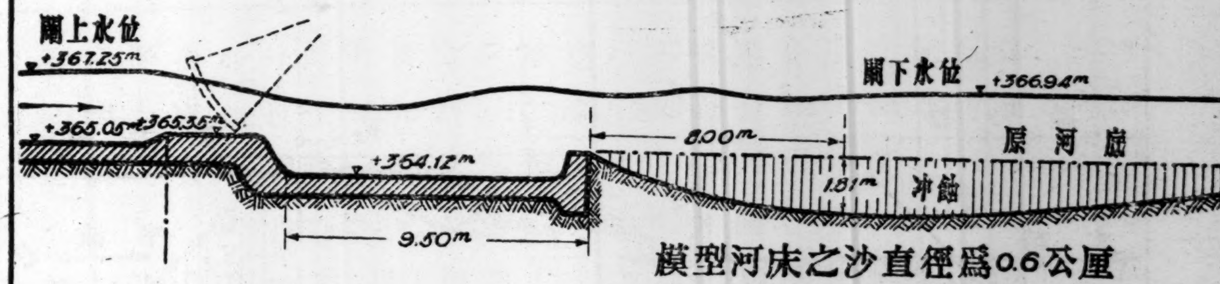


附圖八　有齒形檻之礫石(直徑6-12公厘)河床試驗32小時後之沖蝕狀態



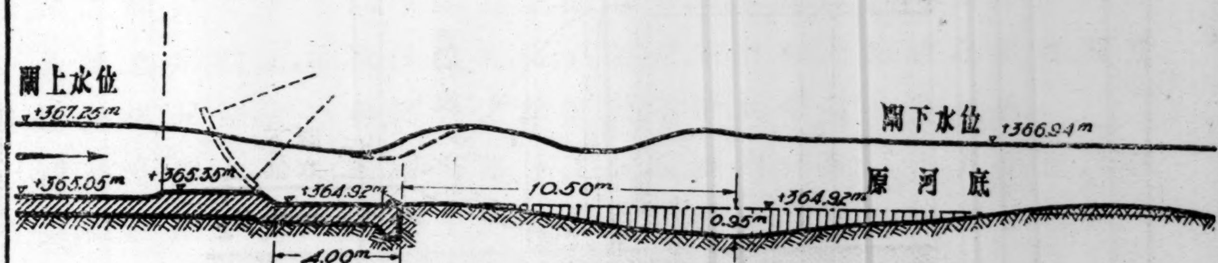
附圖九　有齒形檻之沙質(直徑0.3-1.2公厘)試驗40分鐘後之沖蝕狀態

附圖八與九　河床物質與沖蝕之比較試驗(用1:50 Ryburg Schwoerstadt模型)



模型河床之沙直徑爲0.6公厘

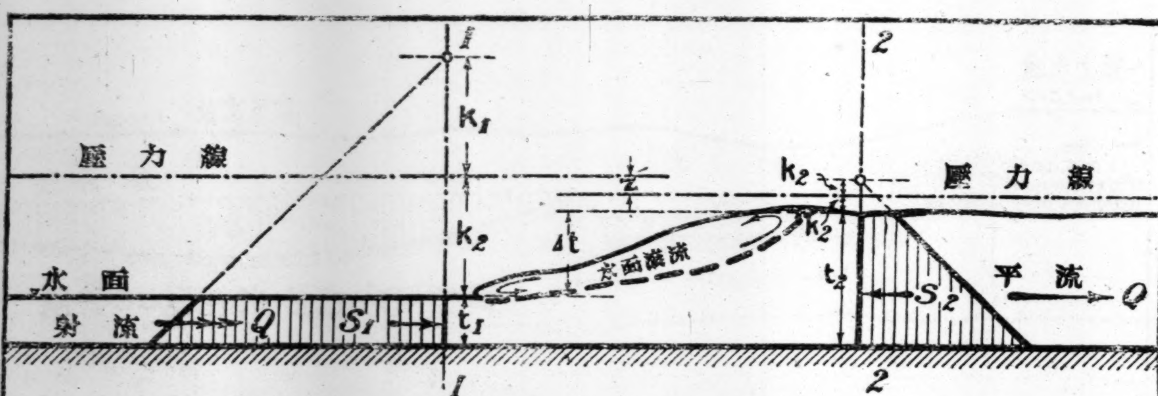
附圖十　窪入坦坡(寬9.5公尺)之冲蝕結果



模型河床之沙直徑爲0.6公厘

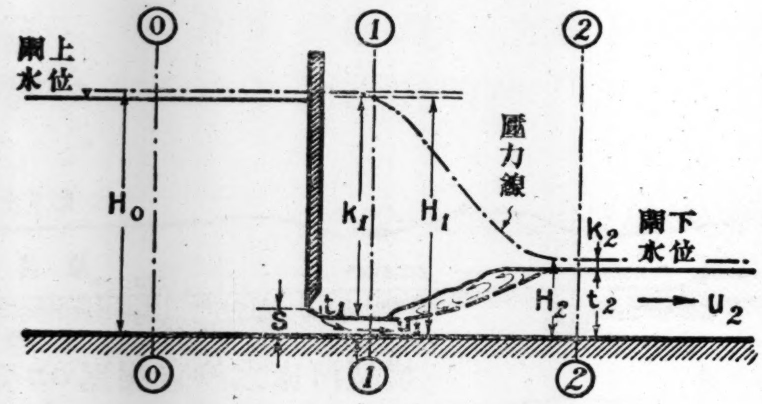
附圖十一　坦坡設有0.2公尺高4.0公尺寬之齒形檻後之冲蝕結果

附圖十與十一　閘底與冲蝕関係之比較試驗用1:25模型流量60立方公尺/秒閘寬11公尺試驗時間爲一小時

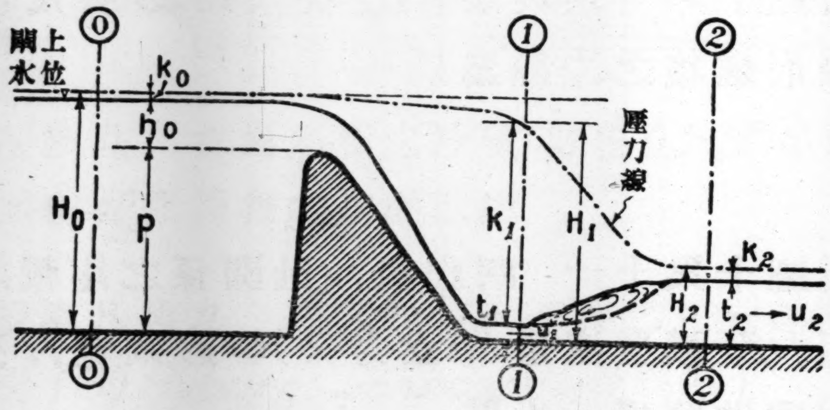


附圖十二　水躍與水面滾流之發生

(平行線部分表示支持力)



附圖十三　閘門下游發生水躍圖



附圖十四　滾壩下游發生水躍圖

檻於不關緊要部分略有更改以適應14.25公尺高度之懸瀑。在 Gross-Wohnsdorff（東普魯士 Alle 河）之堰,Rench河之Renchen地方,在 Seegraben 之洪水牐,在 Tauber 河之 Wertheim, 在 Aachen 附近之 Kallbach 堰,在萊因河上之 Ryburg-Schwoerstadt,在Murgwerk 河之 Hundsbach 堰, 在 Bavaria 堰數道,在意大利 Liri 河與 Pescara 河,在荷蘭Maas堰,在法國之Isere堰,在瑞士之Drance堰,在荷蘭潮水閘多處,及秘魯 Piura 河灌漑堰多處,均已設置齒形檻。其減少冲蝕之成效,即在高度之洪水時,亦均甚顯著。

有齒形檻之閘,其護坦雖較實際需要者爲狹小,亦較無齒形檻者爲優。閘之建築費並不因增添齒形檻而增加,且在多數建築中反因以減少。蓋無齒形檻者,如欲保護河底,必須充分增加其護坦之長度。實則增長護坦僅足延遲冲蝕開始之時間,並不能絲毫減少冲蝕也。

附圖十與十一係楷爾斯路水工試驗所用一比二十五縮尺之試驗結果,並以顯示齒形檻對于建築材料之經濟。其流量略當于每公尺每秒五・五立方公尺。附圖十顯示原設計水閘模型,經過一小時之試驗後,其細沙河底之冲蝕情形。此閘之原計劃,雖係根據目前最進步之技術經過精密且審愼之考慮設計而成,然卒仍採用水平護坦及齒形檻,使計劃更形完善。附圖十一表示改用水平護坦及齒形檻後試驗之結果。所用齒形檻僅高二十公分,而其餘試驗條件,均不更改。由此可知改用齒形檻後,建築及材料減省甚鉅,且河底冲蝕亦減少甚多。

以上各種試驗雖已證明齒形檻之成效,足使在狂流之內,免除有害的冲蝕而保全閘底,但在多數設計中尤於河床物質,極易被蝕之處,願設計者在可能範圍內,須使閘下水流發生水面滾流。此舉蓋欲使水流中所含動力能在護坦範圍以內即可儘量消滅,可使下游河床保護格外安全耳。

水面滾流係狂流轉變爲平流時所發生,即通常所謂水躍 Hydraulic Jump 作用。蓋必須有水躍,始有發生水面滾流之可能。

發生水躍必須之尾水深度,若流量與流速爲已知數時,可以支持力公式計算得之。

本文所有算式爲便於印刷計,均彙錄於一處,製爲鋅板,文中僅書算式次序。(譯者註)

如 q 爲一公尺長水閘之流量,F爲塌下狂流之深度,g爲重力加速度,則發生水躍必需之尾水深度 t_2 如式1。

此公式之由來,係假定每公尺水閘支持力 S_2(附圖十二)或即水壓力W與動量 B(註六)之和等于算式2及3。

因 S_1 至 S_2 相等故由此二式得式(4)。

上式 K_1 與 K_2 爲水躍上下二方面之流速水頭,各等於式(3)。將此二値代入(4)式,則得式6,7,8,9。

因 t_2 必須爲正値,故式9之正値爲適用。

式中 αu 經多次觀察之結果,可令等于一,故可免去。又 $g=9,81m/sc^2$ 代入上式則得式10。

此式幾經實驗,可證其無誤。

一九二六年在楷爾斯路,恩懷德博士曾作九次水躍實驗,其結果較算式10所算得者相差+5.9%至—2.8%,平均爲+0.25%。

爲著述本文起見,於一九二七年後在楷爾斯路作十三次試驗,設法確定公式9中之 αu 係數能否相消,證明試驗結果與計算結果相差在+3.3%與—3.9%之間,平均較公式算出者小0.56%。

戈須(Alexander Koch)在Darmstadt水力試驗室,用極大流量作試驗八次,其差度爲+3.1%至—3.8%,平均比算得者大0.2%。由以上三十次之試驗,其最大差度爲6.7%,平均差度爲—0.11%。

林貴司在司篤霍侖大學百年紀念册內,曾宣述其十七次水躍試驗,其差度較諸計算爲+6.05%至—4.43%平均爲+0.31%。與前合計共四十七次平均差度僅0.04%而已。

以上所述差度之微小均在測量上不可避免之誤差範圍以內,可

① $t_2 = \frac{t_1}{2}\left\{\sqrt{1+\frac{8q^2}{gt_1^3}} - 1\right\}$

② $S_2 = t_2\left(\frac{t_2}{2} + 2K_2\right)\gamma$

③ $S_1 = t_1\left(\frac{t_1}{2} + 2K_1\right)\gamma$

④ $t_2^2 - t_1^2 = 4(t_1K_1 - t_2K_2)$

⑤ $K_1 = \frac{d_u q^2}{2gt_1^2}$ 與 $K_2 = \frac{d_u q^2}{2gt_2^2}$

⑥ $t_2^2 - t_1^2 = (t_2+t_1)(t_2-t_1) = \frac{2d_u q^2}{g}\cdot\frac{t_2-t_1}{t_1\cdot t_2}$

⑦ $t_2 + t_1 = \frac{2d_u q^2}{gt_1t_2}$

⑧ $t_2^2 + t_2t_1 - \frac{2d_u q^2}{gt_1} = 0$

⑨ $t_2 = -\frac{t_1}{2} \pm \sqrt{\frac{t_1^2}{4} + \frac{2d_u q^2}{gt_1}} = \frac{t_1}{2}\left\{\pm\sqrt{1+\frac{8d_u q^2}{gt_1^3}} - 1\right\}$

⑩ $t_2 = \frac{t_1}{2}\left\{\sqrt{1+\frac{q^2}{1.227t_1^3}} - 1\right\}$

⑪ $t_2 = 0.45(u_1\sqrt{t_1} - t_1)$

⑫ $\Delta t = 0.45u_1\sqrt{t_1} - 1.45t_1$

⑬ $z = t_1 + K_1 - t_2 - K_2 = t_1 - t_2 + \frac{q^2}{2g}\left(\frac{d_{u1}}{t_1^2} - \frac{d_{u2}}{t_2^2}\right)$

⑭ $\Delta E = q\gamma z = q\gamma\left\{t_1 - t_2 + \frac{q^2}{2g}\left(\frac{d_{u1}}{t_1^2} - \frac{d_{u2}}{t_2^2}\right)\right\}$

⑮ $\Delta E = q\gamma\frac{t_1}{2}\left\{3 - \sqrt{1+\frac{q^2}{1.227t_1^3}} + \frac{q^2}{gt_1^3}\left[1 - \left(\frac{2}{\sqrt{1+\frac{q^2}{1.227t_1^3}} - 1}\right)^2\right]\right\}$

⑯ $t_{cr} = \sqrt[3]{\frac{d_u q^2}{g}}$

⑰ $q = t_1u_1 = t_1\varphi_0\sqrt{\frac{2g}{d_u}(H_0 - t_1)} = t_1\varphi\sqrt{2g(H_0 - t_1)}$

⑱ $\varphi = \frac{\varphi_0}{\sqrt{d_u}}$

⑲ $t_1^3 - t_1^2H_0 + \frac{q^2}{\varphi^2 2g} = 0$

⑳ $t_1 = \psi S$

㉑ $t_1 = 0.645S$

以證明公式之眞實性。而係數αu可以消滅也。因此可使公式更形簡單,有裨實用。

公式10可換寫如式11。

式中u即Q:t,此式與式10之結果相差爲1%以下。由式11可定水躍之高度如式12。

茲用式10式11計算所得之t_2若存在于尾水中,則水躍亦必存在。在此水躍中,一部分能力$\triangle E$轉變爲熱而消失。此能力$\triangle E$可由附圖十一1.2兩剖面處能力線低落度Z以計算之,如式13,14。由式1將t_2之值代入而免除αu之值則得式15。

在水躍高度甚小時此$\triangle t=t_2-t_1$已足由河床之摩阻,水內摩阻及浪之摩阻,(在水躍之下游及水底滾流)起而消滅其能力。故在此情形時水面滾流並不發生。若水躍上下游水深度均比下式所示臨界深度爲鉅時,則得式16,此即區分平流與湍流之臨界深度之公式也。其時水中所含蓄之能力$\triangle E$,爲量甚鉅,欲消滅此能力,則在水躍之上游,發生水面滾流。

欲計算發生水面滾流必需之尾水深度t_2,祗須先知t_1及q,q之值等于$\frac{Q}{b}$

決定t_1之最好方法,係利用壓力綫在閘底以上之高度H_1。但因此數值不易確定,故用H_0。(第十三十四圖)以其較易確定也。此處必須注意者H_0之值恆較H_1爲鉅,蓋因0點與1點間有阻力存在,故壓力綫降低耳。因H_0之值過鉅,故平均流速亦鉅,而t_1隨以甚小。計算t_1可用次式17,18。自(17)式可自式19之三次方程式解得t_1。

此處計算水躍上游之水深t_1暨發生水躍必需之尾水深度t_2,僅有係數α爲未確定之數。決定α之理論的方法爲不可能,但可自試驗決定之。α之值在閘門與滾水壩之值並不相同。決定此值甚非易事,以其與閘底壩面之糙性有關。在閘門之情形下如第十三圖αs之值略爲1。在楷爾斯路試驗室中所得αs之值以0.99爲最大,此值於閘空較低

及閘底較糙時則減小甚速。有時減至 0.9 以下。

決定 t_1 之另一方法，係自閘門底空距 S 以計算之。設 Ψ 爲收束係數則得式20。

S 之值可測量閘門在關閉與開啓者之高度定之。收束係數在完全銳緣之閘門據 Helmholtz 算得爲 0.61。由實驗結果所表示，此值於自由水流時爲 1，於頭水深度逐漸加大則逐漸減小至比較固定之值。此值大約在 0.66 與 0.63 之間。在銳緣閘門此值可假定爲 0.645。即式21。

若閘門之緣爲圓角則此值甚大，應特別由試驗定之。在滚水壩之情形下（第十四圖）α_w 之值常較 0.9 爲小。模型實所測得者，其值有比 0.5 爲小者且有可使比此更小之可能。

因 α 值之助 t_1，可自 q 與 H_o 算得（用式19），由滚之值可自式（10）計算 t_2。

若閘底比尾水面低落 t_2 則可發生水躍及水面滚流。經過水躍以後水流即成平流狀態。

在水平護坦時可以設法算出發生水躍之地點。此地點即位于狂流內能力綫接近于尾水能力綫處。

若在 2 點閘底之高度較由10式算得者爲高，則不能發生水流。

結　論

1. 如欲迅速並完全去除閘門下或滚壩下狂流中之動能，宜設水平護坦，其高度應較尾水面低至相當距離使其發生水躍。此相當距離可自支持力公式計算之。算得此距離後應用模型試驗以證實之。
2. 爲發生水躍起見，致將護坦放低至鄰近河底以下，亦無不可。此河底可向上游逐漸挖深使以斜坡與護坦相接。
3. 爲減短護坦之長度並保護下游河底計，宜於護坦之末端作消滅流速之設備。此於發生水面滚流者，尤所需要。因水面滚流僅消滅上層水流中之動能，而下層水流之動能，依然存在耳。故此下層水流之速

率竟能較水面滾流下方之水面流速爲鉅。

4. 消滅水底動能之有效方法,自模型試驗與實物觀察均以齒形檻爲最,此種齒形檻不僅保護河底之物質,且可使水底鉅大之流速改變方向升至水面以消滅之。故在護坦之下游水底流速減小,而在護坦之盡端處,水底之流竟可反向上游。故齒形檻可以完全免除河底之冲蝕。使接近閘基處得充分安全,而在遠閘較離處,則雖有冲蝕發生,亦無關緊要矣。

5. 茍爲節省費用關係,不能建築一深度充足之護坦,使發生水躍並缺少齒形檻之設備,則冲蝕必不能免。其結果則護坦末端露出,危及閘壩之安全。倘事後增設齒形檻則冲蝕又減少而且移至下游較遠之處。有此設置以後,可以無須再用排樁舖石及其他保護河底方法。

船閘節省水量之設備 (Anlage Zur Wasserersparnis

方修斯著　汪駿驥譯

a) 概論

運河河身之位於地勢高處者,暨水量之須用於水力廠,以發生功能處,以及船閘之懸降 Hub)甚大處……,或需水浩繁,或供給困難。于此等處所,用以節省耗水量之設備實有必要。

用以節省船閘耗水量之設備于近今始有之,數百年前之先,民雖已有節省水量之希冀,而其所用之方法,則惟將船閘懸降減小之一道而已。此處所言之節省耗水量之設備,非有關于船閘懸降之大小;乃指有此項設備後,其耗水量之高度將銳減也。昔日之運河及普通河流之船閘,其懸降僅約三至四公尺而已,其所以如此者,一則固用以減小懸降而節水量,他或亦因高堰建築困難故耳。關于節省船閘耗水量之方法,首作此類試驗為 Caligny 伯爵,伊作試驗于 Loire 河之 Aubois 船閘。

現今多用節水室(Sparkammer 以節省水量。有關于此之設計及建議甚為繁夥。本篇所欲述者僅 Proetel 氏設計之船閘及著者所設計之 Umlaufschleuse (水量循環流動之船閘)而已。往日由 Schnapp, Gersten berg 及 Sconeiders 等氏所計劃之方案,雖有其相當之意義,然新近發現之方法,實已遠勝之矣,(尤以與 Proetel 氏所作之計劃相較更為失色,)以是舊有之方案無須再行解說。其以過船坡(Schräge Ebene)及起船機(Hebewerk)以通航者(容或亦為解決耗水量之一簡易方法)其目的雖與船閘相同,然彼乃起船之機械,而非船閘也。

用固定及活動之節水池(Sparbecken)以節省水量之第一基本原則,乃在使船閘灌水及放水時其壓力高度(Druck höhe)降低至懸降之一部,過壓力(Überdruck)愈小時,節省水量亦愈多。用活動節水池或活動排水器(Verdränger)時,吾人常使船閘及節水池之壓力差度甚微,使

其所生之力僅足以升降此節水池及排水器,或使其所損失之水量極微,壓力高度由H降至h時,船閘之暗洞之面積,應約略依此比數$\mathcal{M}\sqrt{\frac{H}{h}}$而增大,壓力差度小時$\mathcal{M}$之值爲1,于其他情形亦與一相近。(例如爲0.9是也)

第二基本原則:水之份子往來于船閘廂及節水池間所經之途程愈遠者,或其用于此行程之時間愈長者,其節省之水量亦愈大。

船閘之具有固定節水池者,其水流行之程序如後:于船閘灌水時,最後由上塘水位流入船閘之水點,着于船閘室底,放水時此水點被壓至節水池之最高點,第二次船閘灌水時,又流入船閘位于高出下塘水位△H處,于放水時復升至節水池之第二層。如是循環經所有之節水池後始流入下塘水中,其往返之行程愈遠者,節省水量亦愈大,灌水之用滚水法(Überfall)亦然。

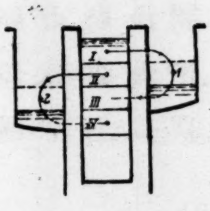
船閘用循環流動法(Umlaufprinzip)者,其水之份子經所有之節水池,而後流入下塘水位中。船閘之用活動浮沉器(Schwimmer)及排水器者,其損失之水量往來於船閘廂及節水器間共$\frac{H}{h}$次,然後流入下塘水中。如活動節水池不用水之壓力,而藉機械之力升降時,則水之行程可長至無限,而往返于船閘廂及節水池間之次數,亦可多至無限。理論上言之,所消耗之水量等于零。

此外節省水量之多寡與節水池大小有密切之關係。船閘水量之不稍受損失者,其浮沉器或排水器之容量應與灌水船閘廂之水量相等。兩船閘之並列者(Zwillingschleuse)可按照Proetel之往返原理(Umkehrungs prinzip)用兩分離之節水器,各具船閘所需之水量之半,于灌水及放水時兩節水池同時應用。然于單獨之船閘處,依此原理應具一與船閘等容量活動器,及一等容積之節水室;共計之其容積實兩倍于船閘之灌水量。吾人由各方面得知,欲求節省巨大水量,實爲一難事,蓋以其所用者無論其爲固定之節水池,抑爲活動之節水池,吾人皆必須於船閘兩岸築一能容所節省之水量之蓄水池也。又吾人如用活動之浮沉

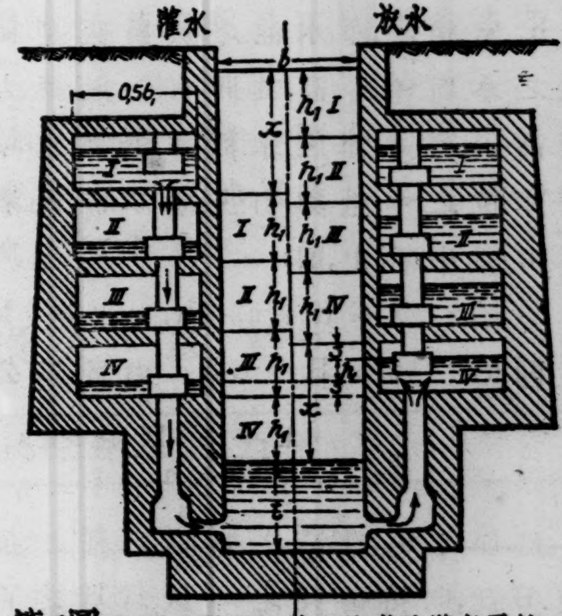
器及排水器時,其容量當以船閘之大小為依歸。此類活動器需費浩繁,往往較諸用抽水機取水者為昂,以是當先察其環境而後決定是否適宜于用此設備也。

b) 船閘之有節水池之設備者其耗水量之計算法

節水池之作用乃將灌入船閘之水量,安照其懸降分為若干部份,而使其每部份于船閘兩岸有一蓄水室,于放水時作下塘水室之用,于灌水時作上塘室之用。第1圖乃示其任務及其進行之法式。第1圖中



第一圖　乃用以解釋具有節省水量設備之船閘之作用



第二圖　船閘之具四個節水池者其灌水及放水情形

計有1,2兩節水池,于放水時Ⅰ之水流入節水池1中,Ⅱ之水流入2,餘者則流入下塘水中,船閘灌水時,節水池2之水流入船閘廂中填滿Ⅳ;1之水流入Ⅲ中,船閘開放一次所耗之水量僅Ⅰ,Ⅱ兩部份而已,其餘與Ⅰ,Ⅱ等容積之Ⅲ;Ⅳ則因節水池之設置而節省矣。由此簡易之例可察知,用節水僅可節省某一部份船閘之耗水量,而所節省之水量

之多寡實係于流入下塘水位之水量之高度,此項損失之水量之高度,則因節水池之數量增加而減小,然節水池之寬度亦甚有關係。節水池之寬度對船閘廂言愈寬者,則節水池中所含之水量之高度愈低,而節省之水量亦愈多。吾人先言其計算之方法,依此計算法可求知所節省之水量,第2圖右方乃船閘放水情形,左方乃灌水情形,船閘廂之寬度 b 與節水池之寬度 b_1 之比例:

$$k=\frac{b}{b_1}=\frac{h_1}{h}=\frac{1}{m}$$

h 及 h_1 乃指船閘廂及節水池中每層水量之高度,以是 $b \times h$ 及 $b_1 \times h_1$ 常相等,節水池之數量假擬為 n,船閘放水及灌水時,船閘及節水池之水面不等高,其間有一過壓力 s。換言之於放水時船閘廂之水面應高出節水池之水面 s,于灌水時則相反。船閘開放時由船閘流入下塘水位之水量與由上塘水流入者相等,船閘所消耗之水量高度 x 甚易由圖中看出,即:

$$x=h+s+h_1+s=(k+1)h+2s$$

同時 $x=H-nh$ 由此二公式得:

$$x=\frac{(k+1)H+2ns}{k+n+1}$$

無節水池設備之船閘之耗水量為 H(懸降),今則縮小至 x,將 x 與 H 比,則得消耗之水量為 H 之百分數:

$$V=\frac{x}{H}=\frac{k+1+\frac{2ns}{H}}{k+n+1}$$

而節省之水量

$$E=1-V=\frac{n-\frac{2ns}{H}}{k+n+1}$$

此間最重要之數字為耗水量,蓋給水之多寡全係于耗水量也,而抽水機之費用因以為定。s 之值于事實上可使之為 o,用長暗洞時無

庸使船閘廂及節水池之水面有差也。甚且依照 Caligny 之方法,可使灌入節水池之水高出船閘廂之水面也。然吾人爲使放水及灌水迅速起見將 $s = o$,如是實際所耗水量之高度。

$$V_p = \frac{k+1}{k+n+1}$$

此間 V_p 之值與 H 無關,使 k 之值等于一時,換言之使節水池與船閘兩者之寬度相等時,則:

$$V = \frac{2}{n+2}$$

于一般情形用于船閘之水量其值甚昂,以是甯使節水池之寬度較寬于船閘廂也。

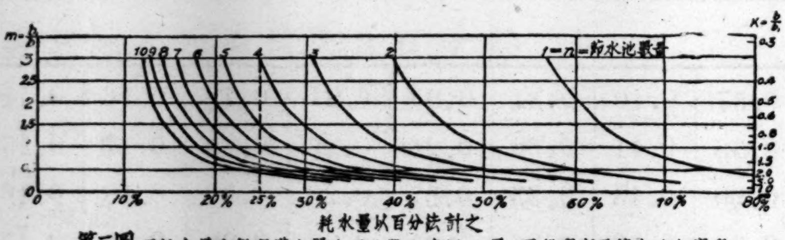
茲將各種不同之節水池數量,及其寬度與船閘廂寬度之比數與 V 之關係作表如下。k 乃船閘寬度,b 與節水池寬度 b_1 之比數,$k=\frac{b}{b_1}$,$m=\frac{1}{k}$,節水池之寬度愈下者 m 愈大而 k 愈小。

船閘水量損失 V 量　$s=o$

$\frac{b_1}{b}=m$	$\frac{b}{b_1}=k$	n爲下列各值時之耗水量 n=									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.0	0.33	0.57	0.40	0.31	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0,13	0.12
2.5	0.4	0.58	0.41	0.32	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12
2.0	0.5	0.60	0.43	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13
1.5	0.67	0.63	0.46	0.36	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14
1.0	1.0	0.66	0.50	0.40	0.33	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17
0.5	2.0	0.75	0.60	0.50	0.43	0.37	0 32	0.30	0.27	0.25	0.23
0.2	5.0	0.86	0.75	0.67	0.60	0.55	0.50	0.46	0.43	0.40	0.37

此表富有意義,由此表可知節水池之數量已甚多時,如再增加,則耗水量可再減小者為數甚微。例如 $m=2$ 時,節水池之數量為 5,較諸其數量為 6 者,其節省之水僅少全船閘灌水量百分之三而已。然所謂百分之三者,乃指全船閘灌水量而言,如以多節省之水以與節水池為 5 時之給水量相比則實為 $\frac{3}{23}=13\%$ 今以數字表示之,假令節水池為五時,船閘全年之耗水量為 100,000.000 m^3 則數量為 6 時可節省之水量為 $100,000.000\times\frac{3}{32}=13,000.000\ m^3$。同時又可由此表察知,節水池之寬度超過一定之限度時,其所收獲者甚微。例如 $n=1$ 時 m 由二增至三,至四其間所收獲者僅船閘灌水量百分之一而已。再者由此表可得由增節水池為 7,其寬度與船閘等者,與節水池為 5 而其寬度為船閘之兩倍半者之功用約相等。因節水池之寬度影響于其建築費者較諸節水池之數量為尤甚,再則節水池之數量多者,其載重較小,以是節水池數量多而較狹者之建築費常較數量少而寬者為廉。惟活塞(Ventil)之費用亦成為一問題。此事亦易解決。吾人用筒狀活塞(Zylindervenfil)時,只需一節制機足矣;尤以用 gabelantrieb 為不成問題。總之于各種情形下,應多方考察以求得其最良之形態。

為使更明瞭起見再作 3 圖。各曲線與同一垂直線相交者,其相交點處之耗水量互等。由此圖可選出一適合吾人所假擬之耗水量之形態。



第三圖 乃耗水量為船閘灌水量之百分數之表解。b及 b_1 乃船閘廂及節水池之寬度

現今所築造之節水池,其數量多為 4 至 5 而其寬度則為船閘廂之 1.5 倍至 2 倍。將貯水池增加同時將其寬度減小是否經濟實為一問題。又于船閘灌水及放水時,船閘廂及節水池之水面差度,有研究之

必要。

s 之值一般多選為 0.15 公尺, n 假擬等于 5, 懸降 H = 15 公尺, 照下式可得 V 值于各種不同之 k 情形下。

s = 0.15; H = 15 公尺

$$V = \frac{k+1 \quad \frac{2ns}{H}}{k+1+n} = \frac{k+1+0.1}{k+5+1} = \frac{k+1.1}{k+6}$$

茲將 s 為 0.15 及 s = 0 時 V 之值列表如下:

m	k	V	
		s = 0.15	s = 0
3	0.33	0.226	0.210
2	0.5	0.247	0.231
1	1	0.300	0.285

由此表可得知 s 影響于耗水量實大,彼妨不疑水之節省甚巨。因 s = 0.15 公尺之故使水量多損失 0.016 H 至 0.015 H, 換言之 s = 0.15 時較諸 s = 0 者增加耗水量百分之 6 至百分之 8。s = 0 耗水量為 100 Mill.m^3 者于 s = 0.15 時則耗水量為 106 Mill.m^3 至 108 Mill.m^3。如前所言吾人利用水流動之功能時,彼船閘廂及節水池之水面差度並無存在之必要。而其時間之耗費亦可不至發生。將來吾人直可使 s 等于 0 可將 s 值減至甚微如 s = 5cm 是也。

c) 新式之方法

1) Umlauftveppe(水量循環流動之梯級式船閘)

如將:「兩級梯級式船閘」(Zweistufige Schieusentreppen) 除用順暗洞外,另用橫渠 (Querkanäle) 使其彼此互相溝通,則甲乙兩船閘之水可藉縱渠互相流通,因之可使所耗之水量省儉百分之五十。其方法載於

第 383093 號之專利論文 (Patentschrift) 中。吾人如再於其旁築節水池，則節省水量之程度將愈大。第 4a 至 4f 圖乃示其進行之方式。

第 4a 圖乃其平面圖為使情節簡化起見，假擬水之流動為滾水式 (Überfall) 或藉虹吸管之力，而非用暗洞者第 4b 圖中 OⅠ 及 UⅡ 兩船閘廂為已灌滿水者，節水池 s_3 及 s_2 亦然。彼船閘開放之程序如後：OⅠ 及 UⅡ 兩船閘廂中水之一部流入 s_1 及 s_4 中（第 4c 圖）。繼之，OⅠ 之水流入 OⅡ，UⅡ 之水流入 UⅠ 至彼此之水面相等而後已（第 4d 圖）最後如第 4e 所示節水池 s_3 及 s_2 中之水流入 OⅡ 及 UⅠ 中。

吾人決定節水室之大小及其位置時，應使由 s_3，s_2 流出之水量 7 與 8 注入船閘廂後，使船閘廂之水面升至最上之節水池之底線（第 4e 圖）。其餘 OⅡ 不足之水則由上塘水流入水量 9 補足之；UⅡ 中之水量 6 則放入下塘水中；水量 3 則由 OⅠ 流入 UⅠ 中吾人可因此以決定節水池之位置，蓋以 OⅠ 中之水量 3 應使適足填滿 UO 之不足而流入 OⅡ 之水量 9 則應與由 UⅡ 流出之水量 6 及 OⅠ 之 3 相等（第 4f 圖）至第 4f 圖又復回至第 4b 圖之情形。所不同者，上次灌滿水者為 OⅠ，UⅡ 今則為 OⅡ，UⅠ。以是其繼起之變化無庸多贅。現再將水之行程加以考察，彼於 OⅠ 中之水，除由 s_1 容納者外，其餘水量之一半則由 OⅠ 流入 OⅡ，此流入 OⅡ 之水量，乃水量 2 之一部，吾人以 2b 名之。此水再流入 UⅡ 中，由 UⅡ 流入 s_4 中。然後再由 s_4 入 UⅡ 而流入下塘水中。此 2b 事前固曾經 s_1 者，如用暗洞時，則 2b 甚且可經所有之節水池。同樣之情形可發生於其他之水份，具暗洞之節水池較諸不具暗洞者其容積可較小，位勢可較高，而其節水量則相等。如僅用船閘之一時，則其他之一船閘可為節水量之用。

於實際情形，並非如吾人上述者之精確，其水位高度常有數公分之錯誤。救濟之法，可將最下之船閘廂藉導管以與上塘水相連，導管之面積宜小，而其壓力則應大，如其相差甚微，直可忽之。

此外成為問題者，甲乙兩船閘之橫面溝通 (Querkupplung) 有時為

不必要。例如航務甚徵，一船已到達後不欲再俟他船而只用一船閘時，則吾人可勿應用橫渠之扉，而將甲乙兩船閘視爲彼此無關之船閘。

如梯級式船閘之上下兩船閘箱之高度不等時，吾人亦可應用此暗洞法，於上方較低之船閘箱築兩節水池，於下方之船閘箱則築三節水池。茲將計算之方法列下：

假定梯級式船閘之上方船閘廂之懸降爲H_1，下方船閘之懸降爲H_2，上方之船閘具n_1節水池，下方船閘具有n_2節水池；水由甲流入乙，或由乙流入甲時，兩船閘箱之水位差度爲s_k；船閘廂與節水池之差度爲s_b，船閘F_k與節水池F_b面積之比爲$k=\frac{F_k}{F_b}$此外$m=\frac{1}{k}$，如是吾人得下之公式：

$$k=\frac{F_k}{F_b}=\frac{t_b}{t_k}\qquad a=t_b+2s_b$$

$$H_1=t_k[n_2+2(k+1)]-s_k+4s_b$$

$$H_2=t_k[n_2+2(k+1)]-s_k+4s_b$$

$$H=H_1+H_2\qquad t_k=\frac{H+2s_k-8s_b}{2[0.5(n_1+n_2)+2(k+1)]}$$

所耗之水量以高度計之，則得：

$$v=t_k+a=t_k+t_b+2S_b=t_k(k+1)+2S_b$$

以之與懸降H比，則得一百分數：

$$V=\frac{t_k(k+1)+2s_b}{H}$$

$$=\frac{(H+2s_k)(k+1)+2s_k(n_1+n_2)}{2H[0.5(n_1+n_2)+2(k+1)]}$$

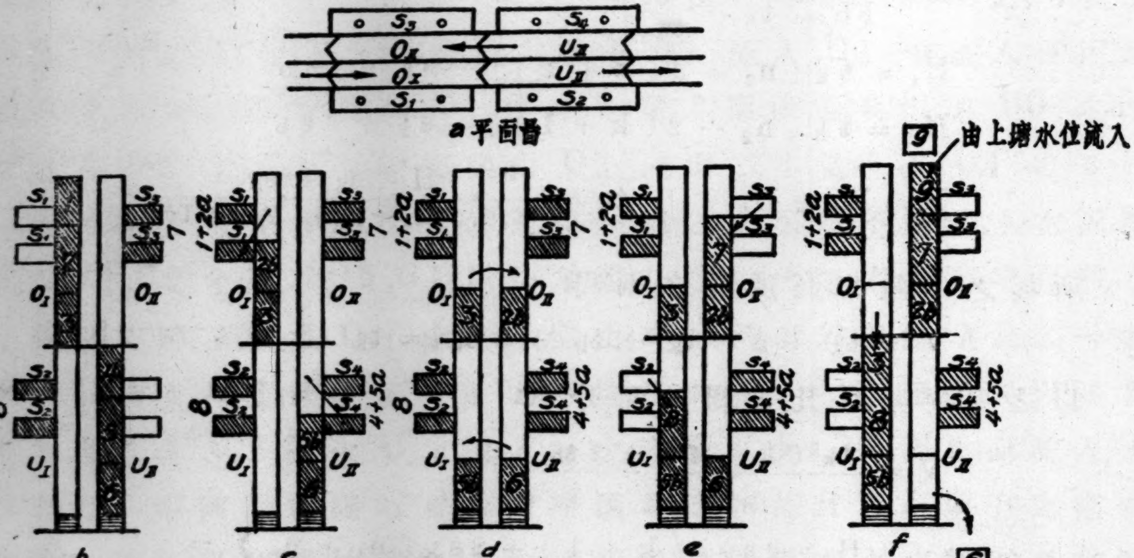
令$H_1=H_2$ $n_1=n_2=n$，$s_k=0$及$s_b=0$

則得：

$$t'_k=\frac{H}{2[n+2(k+1)]}$$

$$V'=\frac{k+1}{2[n+2(k+1)]}$$

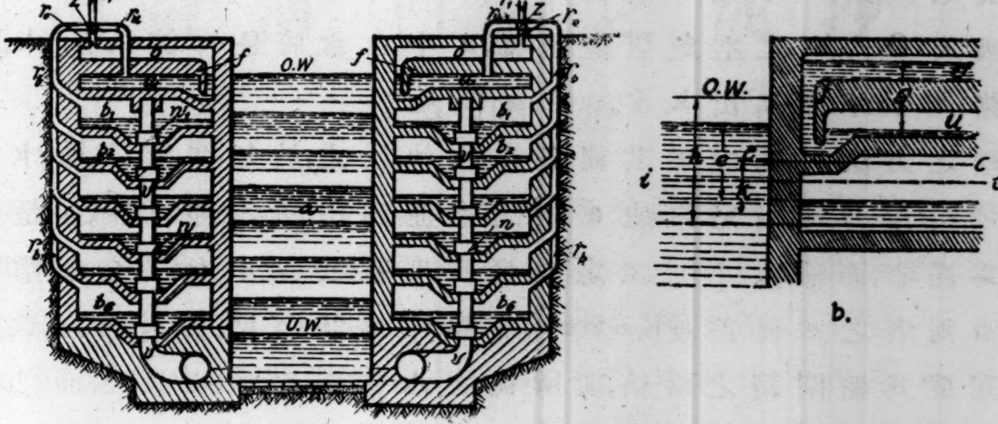
吾人於此亦可將各種不同之節水池之數量,及各種不同之寬度所生之水量損失列爲一表。n 乃表示梯級式船閘每級所具之節水池數量,非指全梯級式之船閘之節水池數量。此種梯級式船閘(雖其每級之懸降不彼此相等);於不甚適宜之地勢,而可築船閘之途程甚長者,常爲有利,尤以可築船閘之途程,長至吾人不欲僅築一深廂式之船閘(Schachtschleuse)處,上述之梯級式船閘之缺點,則在甲乙兩船閘彼此溝通後始覺有利。此項缺點於航務繁殷時原無問題,於航務甚微時,彼此間則無須溝通。彼時吾人可勿用此橫渠,此外於航務甚微時,甲船閘可利用爲乙船閘之節水池。此種水量循環流通之方法,亦可用於兩相隣之深廂式船閘。



第四圖a至第四圖f

2) 由Proetel氏設計之具有倉庫式節水池之船閘(Die Speicherschleuse von Proetel)

其由 Proetel 教授所設計者有如第5a及5b兩圖。此處之節水池乃固定者也。彼利用於水流入及流出時所施用之功能,使所節省之水量較諸現今所有之倉庫式節水池爲大。



a.　b.

第五圖

如一般倉庫式節水池然,於船閘箱 a 兩旁建築之節水池,乃層叠而上者也。最上層之節水池上猶有 O 及 U 兩室在焉。藉活塞之管孔（Ventilschacht）u 使節水池與暗洞連接。此管孔可由環狀活塞（Ringschieber）w 開闢。節水池及 O, U 兩室於關閉時,應密不透氣。由 O ,U 兩室頂導出 r_o , r_u 兩管,與節水池連接者有 r_b 管,用四通栓（Vier weg hahn）E 以使 r_u , r_o , r_b 溝通,又可使之與通外界空氣之 r_1 管連接,O,U 兩室則藉深入 U 室水位底端之阱彼此溝通。

其進行之方式如後,如圖 a 船閘箱 a 爲已盛滿水者也,節水池 b 則猶未灌水,此外 U 室乃滿盛水者也,而 O 室則未,今將栓 E 轉動,使 r_b 及 r_u , r_o 及 r_1 各相溝通,然後將環狀活塞 w_1 開放,水由 a 流入 b_1 內而將 b_1 之空氣壓緊。b 室中之空氣之一部,由 r_b , r_u 達 u 而將 U 中之水壓入 O 中,壓力均衡後,其情況有如第 5b 圖,船閘箱之水位與節水池 b_1 水面相差當爲 h,現因船閘中水位下降,節水池 b_1 之水位上升之故,兩者之差度已變爲 e 矣。O 室之水面與 U 室水面之差爲 g; g 稍小於 h,蓋因摩擦阻力之故而使壓力高度減低也。此時吾人將 r_o r_u 關閉, r_1 , r_b 連接,於是水再由 a 流入 b_1 中,至兩者水面等高而後已。此時其水面之位置爲 i-i 此後 r_o 與 r_b , r_u 及 r_1 連接,於是 U 室之

空氣失其過壓力,O中之水因而降入U內,同時生一吸筒之作用,將b_1之空氣吸入O內。b_1之空氣以是較稀,a中之水於是再流入b_1中;而b_1之水較諸a中水面高出k矣。

同樣之方法可用之於其他各節水池。反之,於船閘灌水,節水池放水時,亦可利用OU兩室以使a中之水面高出節水池水面,如是可使水量甚爲節省,而流入下塘水之水量高度甚爲減小矣(有如第5a圖所示)。使兩者之水面差度K=20cm,如懸降爲20公尺,節水池之數量爲6,而其寬度爲船閘箱之兩倍,則所耗之水量僅爲灌水量$\frac{1}{7}$而已。Proetel氏之具倉庫式節水池船閘,其節水池數量爲b之費用,與尋常之倉庫式節水池之船閘之節水池數量爲8者約相等。如節水池之數量爲2者可不用環式活塞,而以氣管代之,用氣管者用費較省,又Proetel氏之節水池,應不透氣,然亦不必至絕對不透空氣,蓋以其氣壓甚微,而爲時又暫故也。大約使之至不透水之程度已足。約略計之,普通之節水池,其數量爲8者,與Proetel氏之節水池數量爲6而具O.U兩室者之建築費相等。

普通之倉庫式節水池數量爲8者,假令其灌水,放水時水面差度爲s=20cm,懸降爲20公尺,節水池之寬度爲船閘之兩倍,其耗水量爲灌水量百分之17.5。而Proetel之船閘僅爲14%。以之與普通之倉庫式節水池船閘相較,約可省$\frac{3.5}{17.5}=20\%$。令普通倉庫式節水池每年耗水量100 Mill. m^3,則如用Proetel之船閘僅需80 Mill. m^3,兩者之建築費約相等而Proetel之船閘有如許利益,惟灌水時間稍久耳。以Proetel船閘與水量循環流動之梯級式船閘相較,則Proetel船閘之優點爲其船閘可各別建造;惟懸降甚大處,則以水量循環流動之梯級式船閘爲有利云。

黃河下游之泥沙

吳明愿

黃河上游之水經過河套時含沙尙不甚多,及入山西二岸多土山,隨流刷下,河水拖沙帶泥,漸漸變色。其支流諸水如山西之汾水,陝西之渭水,俱含泥沙甚重;在陝豫之交滙入以後,黃河水色益濃。

中國北部山西,陝西,河南,河北四省的地面上,散漫着黃土層,深約十餘丈,面積達十九萬平方里。黃土性疏鬆,以手指揑之,即碎如麵粉。至在指旁一寸外之土亦隨之碎散。黃河經流其上,刷岸掏底,一任所欲,滿載以東流歸海。

古治河書籍內載:「黃河水一石含沙六斗」,燥沙濕沙並未言明燥沙?即河水簡直是河漿了!濕沙?即河水亦厚于羹,這雖未免言過其實,亦或許古時沙多。不過我們可以由此聯想河水之混濁一般!

近十餘年來治河各機關用儀器取水晒乾,稱水底餘沙,而計河水之含沙量,已有若干記載,玆摘如下:

黃河陝縣水文站含沙量實測記錄

年	月	水樣數	含沙量/與水重之百分比		
			最大	最小	平均
9	6	4	2.49	1.66	1.99
	7	6	3.73	1.06	2.39
	8	7	7.08	2.38	4.36
	9	8	5.63	1.55	3.17
	10	9	5.28	1.58	2.83
	11	6	1.62	1.07	1.39
	12	5	1.05	1.07	0.75
10	3	7	1.22	1.01	1.13
	4	7	2.01	0.91	1.18
	5	7	1.52	0.66	1.08

	6	10	4.15	0.82	2.08
	7	20	10.70	1.58	3.50
	8	6	17.03	4.48	11.34
17	12	6	0.84	0.15	0.36
18	1	3	0.56	0.15	0.38
	2	5	0.89	0.30	1.54
	3	16	2.49	0.55	1.21
	4	15	1.21	0.75	0.89
	5	6	0.69	0.50	0.64
	8	8	22.62	3.09	7.30
	9	12	6.96	2.27	2.92
	10	7	2.54	1.96	2.20
20	9	1			4.00
	10	2	2.40	2.10	2.25
	11	3	2.02	1.60	1.86
	12	4	1.00	0.30	0.59
21	3	8	1.35	0.63	1.01
	4	8	1.60	0.75	0.99
	5	8	1.76	0.68	1.07

	6	8	2.12	0.58	1.17
	7	8	12.43	0.97	5.36
	8	11	29.10	3.40	11.96
	9	8	5.14	1.89	3.47
	10	8	3.59	1.12	2.11
	11	8	1.83	1.18	1.41
	12	8	0.92	0.43	0.67
22	1	2	0.56	0.42	0.49
	2				
	3	6	1.48	0.86	1.16
	4	8	1.21	0.69	0.90
	5	8	1.86	0.62	0.87
	6	8	14.97	1.10	6.14
	7	9	11.12	3.82	8.23
	8	9	39.16	3.43	11.50
	11	8	0.74		
	12	8	0.76	0.37	
23	1	8	0.35	0.30	
	2	2	0.56	0.29	

黃河洛口水文站含沙量實測記錄

年	月	水樣數	含沙量／與水重之百分比 最大	最小	平均
8	4	5	0.45	0.35	0.39
	5	5	0.42	0.21	0.29
	6	1	0.40	0.40	0.40
	7	4	0 73	0.43	0.59
	8	4	3.94	2.96	3.50
	9	3	1.38	0.89	1.05
	10	5	0.61	0.48	0.57
	11	6	0.59	0.45	0.50
	12	3	0.39	0.30	0.34
9	3	6	0.84	0.34	0.55
	4	7	0.94	0.44	0.62
	5	7	2.22	0.64	0.92
	6	7	1.87	1.23	1.46
	7	7	2.86	0.84	1.49
	8	7	3.06	2.37	2.79
	9	6	4.46	1.33	1.86
9	10	7	2.51	0.99	1.68
	11	6	1.58	0.71	0.99
	12	4	0.44	0.25	0.36
10	3	6	0.59	0.37	0.44
	4	5	0.76	0.42	0.61
	5	7	1.23	0.64	0.83
	6	7	1.40	0.25	0.75
	7	7	1.53	0.91	1.23
	8	1	1.55	1.55	1.55
	10	27	3.62	1.15	2.28
	11	26	2.16	0.56	1.27
	12	16	0.65	0.05	0.31
23	1	9	0.25	0.07	
	2	9	2.05	0.06	

上表黃河含沙最多時爲民國二十二年八月九日陝縣之記錄,達水重百分之卅九點一。開封與洛口附近的黃河的沙,自然,亦在該年最多,惟惜無記載可尋,用L'eou Courent Continué' L' Allvion Courent otopé的原

理推算,即陝縣上游潼關段黃河當時之含沙量約爲百分之四十二,下游開封附近約爲百分之卅,更下游之洛口約爲百分之廿。

河沙每立方英尺之重量約爲九十磅

河水每立方英尺之重量約爲六十二磅

是沙之重爲水重之一倍半($1\frac{1}{2}$)仝重之沙與水,其體積之比爲三比二

二十二年大水時流過潼關之洪水量爲二萬二千立公尺,每秒沙量爲$22,000\times\frac{42}{100}\times\frac{2}{4}$等于六千一百六十立公尺,潼關城面積約爲有廿八方公里(?)積五小時之沙,就有二千二百一十八萬立公尺,可埋潼關城一丈深。

流過開封的洪水量,每秒有二萬立公尺,即沙量每秒爲$20,000\times\frac{30}{100}\times\frac{2}{3}$等于四千立公尺。開封城面積爲四十八方公里(?)即聚十小時之沙,就有一百四十四兆(百萬)立公尺,可埋開封城一丈深。

流過洛口的洪水量每秒有一萬一千立公尺,沙量爲$11,000\times\frac{20}{103}\times\frac{2}{3}$等于二千一百立公尺,濟南城約有六十萬公里(?)即留滯廿四小時之沙,就有一百九十三兆立公尺,可埋濟南城一丈深。

水流是繼續的,沙移是停站的。各段黃河之泥沙,多少不同。自入山西省境後其量大增,在陝西,河南山西三省交界之處,有甚湍急之支流涇渭洛來會,泥沙增至極多。過此以下,直到海口,又逐漸減少。

入海之沙究有多少?海口河灘之進展又如何?這我不能立即回答,濱海至今沒有設立水文測站,此甚爲治河機關惜,翁文灝氏先假定一黃河之平均流量,再假定入海之沙爲陝縣平均含沙量百分之卅五算出每年入海之沙爲一百卅三兆立公尺。張含英氏先計算洛口之平均沙量,每秒爲水量百分之一、〇六。假定其百分之七十五入海,即海口之沙量,平均每秒爲百分之〇、七九,全年爲二百五十五兆立公尺。翁張二氏之估計相差一倍有餘。這未免相差太大!比較起來,張氏之數近似一點。我今不再去假設一種根據而另估新數。一俟海口成立水文站

後,再將確確實實數目,轉告于讀者。

近海之處水流既緩,而沙亦沈。灘地漲湧于海口日久即靠內地之一邊,漸變成陸地。而臨海一面,還是繼續向前進展。但其進展甚慢,不能一日二日,或一月二月內量得出來。兼之忽陷忽升,必經過若干年後成堅實之灘地。再長草木,住農民,成陸地。四千二百餘年之悠久史中,黄河大徙其海口十一次,在天津,隸縣,利津(山東)阜甯(江蘇)反覆四易其地。見拙著河床之變化及游瀫率篇故河口灘岸之進展甚難估計。翁文灝氏根據山東陸軍測量地圖,發覺鐵門關地方,在一八六〇年距海爲六十四里,一九一六年距海爲百零八里。平均約年半(一·六年)進展弧形海岸一里。

海岸之進展影響于人類交通事業甚大。當古羅馬時代,法蘭西之路納河由亞拉(Arles)城入海。亞拉即爲內河外海航運之總紐,商業繁盛,甲于全歐。可是河口泥沙淤積,海岸逐漸前進。至今亞拉已遠離海口八九里,法人不得已放棄該港,而經營馬賽,以作海埠。

2·泥沙與流速之關係

河水愈流快,冲岸之力愈鉅,挾沙亦愈多。這是一般人所能推想的道理

民國二十一年六月十五日,河南省陝縣段黄河之水,每秒可流五尺=遠(一·七五公尺);含沙量爲水重百分之一。

七月十日流速爲每秒六尺,(二公尺)含沙量爲水重百分之二半。

七月十三日流速爲每秒八尺四(二·八公尺)含沙量爲水重百分之五。

八月二日流速爲每秒十一尺二(三·七五公尺)含沙量爲水重百分之十五。

且由此可知水初漲時,流快半尺,沙可多一倍。

但水由快速度減到緩流時,泥沙的變化就出于常人意料之外!

八月十二日,減到七尺八;(二・六公尺)含沙量反多到百分之二二。

八月十七日流速回到六尺(和七月十日相同)含沙量只回到百分之十。

即水流回減到原速度,水中之沙仍比原有的多數倍,再過六七天;方減少至原量;其遞減率比水流來得慢。

如果畫二條曲線,表示牠們的變化,曲綫高峰代表最大流速,或最多之泥沙,即泥沙峯與流速峰,並不同時出現;陝縣段高河之峰後于流峰八九天。這是什麼緣故呢?實因黃河之沙太細,下沈甚需時日。偶爾河水冲開堤防,儲停內地,經過一年半載,還是泥濁而色微黃,可見其沙之細;下沈之難。

3. 泥沙之通性

黃河泥沙之特性是『細』,治河古書內,未見有泥沙之詳細記載堆河工記略,內分淤膠土爲老淤,新淤,嫩淤,稀淤四種。未免太簡單籠統一點。玆將黃河沙土物理與化學二種性質討論之。

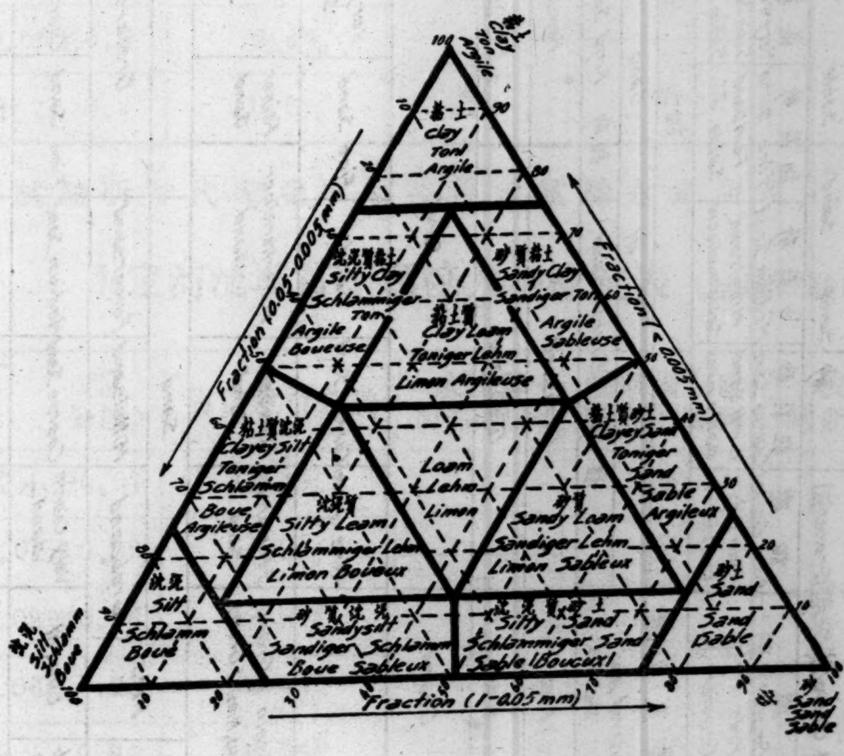
4 泥沙之物理性質

(一)黃河顆粒大小之檢定

通常分土質爲礫石,粗砂,細沙,粘土,沈泥五種。各國分類各有不同玆錄出如下,以資比較。

黃河沿岸黃土居多,其顆粒甚小。山東河務局曾將近洛口處黃河黃土,寄往哈腦水工試驗所,其檢定顆粒之大小如下。

日本鉄道部土質調査委員會土質分類表



世界各學術團体土質徑粒大小分類表

學會及著者 \ 粒徑(mm)	20	10	5 3	2	1	0.5	0.25	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.0015	0.001
土質調查委員會(日本) Geotechnical Committee Government Railway of Japan	礫 Gravel(英) Kies(獨) Gravier(法)				砂 Sand Sand Sable					沈泥 Silt Schlamm Boue			粘土 Clay Ton Argile			膠質物 Colloid Kolloid Colloide
	礫 Gravel (英) Kies (獨) Gravier(法)			細礫 Fine Gravel Fein Kies Gravier fin	粗粒砂 Coarse Sand Grob Sand Sable gros	中粒砂 Medium Sand Mittelsand Sable mediocre	細粒砂 Fine Sand Fein Sand Sable fin		微粒砂 Very fine Sand Sehr feiner Sand Sable tres fin							
(日本) 農學會	礫及角礫 Gravel and Debris			細土 Fine Soil												
				砂 Sand								粘土 Clay				
				粗砂 Coarse Sand			細砂 Find Sand			微砂 Silt						
International	Kies			-Grobsand				Feinsand			Schluff			Rohton und Kolloid		
Atterberg	Kies			Grobsand				Feinsand (Mo)			Schluff			Schlamm od. Ton		
Die Preussische Geologis-che Landesanstalt	Grand			Sand						Staub		Feinste Teile				
Bureau of Chem and Soil U. S. A.				Fine Gravel	Coarse Sand	Sand	Fine Sand		Very Fine Sand	Silt			Clay			
Der Verband der Landwirtschaftlichen Versuchsstationen im Deutsch=Reich	Stein (Grus, Kies)		Grand (Grus)	Sehr grober Sand	Grober Sand	Mitterkorniger Sand		Feiner Sand	Abschlammbare Teile							
Williams		Kies		Sand			Staub									Schlamm
				Grobsand	Mittelsand	Feinersand	Groberstaub					Mittelerer Staub	Feinerstaub			
Boswell and Holmes	beb-ble	Grarel		Very Coarse Sand	Coarse Sand	Medium Sand	Fine Sand		Coarse Silt	Silt		Clay				
Ries				Gravel	Coarse Sand	Medium Sand	Fine Sand		Very fine Sand	Silt		Fine Silt	Clay			

黃河黃土顆粒大小檢定表（哈脳試驗所）

直徑（公厘）	佔重量百分數	依國際分類應列	依美國分類應列	依日本分類應列
等或小于0.01	43.6%		沈泥	沈泥
自0.01至0.02	27.2%			
自0.02至0.06	26.2%	細沙	細沙	沙
自0.06至0.2	2.4%			
大于　0.2	0.6%	粗沙	倍	

該試驗所曾代華北水利委員會，試驗永定河黃土，其檢定如下。

永定河流域黃土顆粒大小檢定表（哈脳試驗所）

直徑（公厘）	佔重量百分數	依國際分類應列	依肇國土質調查所應列	依日本土質調查委員會應列
等或小于0.01	14.4%		沈泥	沈泥
自0.01至0.02	6.9%			
自0.02至0.06	48.8%	細沙	細沙	沙
自0.06至0.20	33.0%		沙	
大于　0.20	0.9%	粗沙		

參閱上錄二表即知黃土全係沙質，不含粘土之成分。粘土顆粒之直徑，恆小于0,01公厘。故黃土直可謂之黃沙。

因黃土之大部份為細沙，浮游于水中時，沈澱率甚慢，圍繞于沙粒外層之水，以沙粒為核心，阻止其降落。而份子之凝聚亦影響于降落率以八十倍之顯微鏡，觀察沈澱之泥沙，即見細粒有透明之稜角，如灰色

之結晶體,微含雲母質。

(二)沙土之空隙量及比重

一堆泥土的中間總有許多孔隙,無泥堆置如何堅實,還是留着許多空氣或水于無數的細隙中。孔隙的大小與形狀,和土質顆粒一樣的不規則。普通人看到粗沙堆內之一孔,比細沙堆內之一孔大以為一堆的粗沙內的孔隙多。其實一堆細土內的孔隙總量更多。土中含有機物體愈多,或土粒形狀愈不規則,即空隙量亦愈大。有機體受細菌之作用,變為膠性的微小物體,若干微小的有機與無機物體結合起來,成為土粒。

懋雪(Mosier)和葛退遜(Gustafson)二先生試驗出各種土質之空隙量如下。

各種土質之空隙量

土質	組有有機物體之百分數	空隙量(百分數) 鬆土	實土
沙	0.75	44.9	39.7
中號沙土	2.90	53.7	43.3
細沙土	0.80	59.0	49.9
沈泥	0.79—4.88	59.760.4	50.2—50.4
黑沃土	3.50	61.2	52.7
灰黏土	3.60	68.2	58.2
污土	64.48	65.6	60.8

空隙太多,沙內含多量的空氣,水易滲入,亦易蒸發。

裴禮門氏曾試驗五種黃河沙,法先將樣土烘乾,再施以壓力,此有

空隙之泥沙,每立方尺約重八十八磅即其比重爲二・四八,應佔體積爲 88×2×62,4=57%,空隙體積爲100%−57%=43%。

黃河下游無粗沙亦無細沙,所有泥沙,適可歸入懋葛二氏空隙量分類表內之中號沙土。

(三)沙土內之水分

泥土內所含水分有附着于泥土顆粒周圍而不移動之水,(Hygroscopic moisture) 毛細管移動作用之水,(Capillary water) 受重力作用之水,(Gravitational water) 三種。附着土粒周圍之水水層甚薄,約爲 0001 公厘置極乾燥之土粒于空氣之中,外表即凝結此一層水。水層旣薄,黏着甚固,不能由一沙粒上流至他沙粒上,雖植物不能吸取利用。

在上述稀薄之水層外,再加以少量之水,即起微細反移動作用。水能延顆粒上升,下降或橫移于他沙粒,植物之根能吸取之,以資營養。

泥土內過飽含之水,即可開小溝于土中,水受重力作用,向低處流滙于溝內以排去之。是爲受重力作用之水。

黃河沙土內所含各種水分尙無精確試驗,僅斐利門氏測得烘乾壓實之沙土重量,每立方英尺爲八十八磅,如以水填滿其空隙即爲百卅磅,所含水分爲泥土重47%兹將葛退遜與懋雪二氏測驗之泥土,各種水分與黃河沙土所含水分比較如下。

各種沙土內所含水分表(百分數以重量計)

泥土種類	孔隙量	含毛細管移動作用水分之最大量%	含受重力作用水分之最大量%	土內所含總水分之最大量%
Dut Sond	52	10.7	29.8	40.5
粗　沙	51	10.6	28.9	39.5
細沙土	50	18.0	18.0	38.0

淤 土	50	20.9	20.8	38.0
黏 土	59	30.4	30.4	54.5
污 土	80	250.0	250.0	333.0
黃河沙土				47.0

5 化學性質

沿河沙土大部由上游之沙土層冲刷堆積而成，含礬甚多。加以相當之水，即如糊漿，極合作模作甎之用。惜當地多鹼，易被剝蝕，甎不能耐久。一九三三年十二月，余視察黃河，路經永固寨。見老城峙立，周圍不到十里，而古氣杳然。城垣碉樓已零落無狀，惟一詢斯城之歷史，則城實築于一八五五年，離今僅有七十八年。城之創建人，尙健碩生存，現仍爲該寨寨主。

開封房屋，多係單層，旅行家看見到處牆壁離地三分之一公尺至一個半公尺止之部份，層層脫落。到開封找屋居住，每見門垣敗壞，心中不快，如果看見稍有錢的家庭，補換几皮磚石，即上下一新。

沿河沉澱之沙土經斐利門氏試驗其成份如下；

礦 石 名 稱	洪水期成份	低水期成份
石 英 SiO_2	51.27%	284.69%
氧化鐵 Fe_2O_3	4.80	3.55
氧化鋁 Al_2O_3	13.67	2.44
氧化錳 MnO	0.10	0.09
氧化鈣 CaO	10.60	28.55
氧化鎂 MnO	3.62	2.12

硫　酸 SO_3	微少	微少
有機物或蒸發物	2.14	2.96
氧化鈦 TiO	0.53	0.44
氧化炭 CO_2	11.87	7.45
水	10.40	0.44

上表百分數值之特異點,是二氧化炭之值甚大,分析其他各河之沙泥,所含二氧化炭均甚微少。

6 黃河與全球大河之沙泥比較

如此說來,黃河之水患全是泥沙作怪,但世界上河道何止千萬條,條條有泥沙,爲什麽不作怪呢?一樣的爲害!可是牠們的沙,沒有黃河這樣多。害處亦較小。

尼　羅　河

北非洲埃及國的尼羅河爲世界有名大河之一,河水含沙亦多。

全河貫流于非洲之東北部;自上游河源至素拔,(Sobat)之一段,稱白尼羅河。所經之地,人烟荒蕪。過素拔始流入埃及國境,乃改稱藍尼羅河。二岸土地肥沃。至亞拔拉 (Atbara) 河分爲地米坦(Damfotta)及羅斯坦 (Rosetta) 二支。復流二百四十公里入海。水大時上游可通航者,約一五五〇公里,沿中游之一千公里,因泥水含有豐富之肥料,二岸土地肥沃,農業發達下游之二四〇公里,河水分權,航行不若中游之便。計全河長二七六〇公里。沿岸民族利其天利之優惠,造成四千年前之古代文明,和現在首屈一指之灌溉事業。

依據力斯皮 (Dr,Ltheby) 博士之記載;尼羅河在八月間大水時,含

沙爲水重之 $\frac{1}{666}$ 威廉士記載(Sr William Willoocks)即謂沙爲水之體積之 $\frac{1}{660}$

很多人都引用上述的二個數值,可是這種記載是精確嗎?不見得!杜孫氏(E' M. Domson)對於尼羅河含沙之試驗,有詳細的報告,內述一九〇五,一九〇六二年之六,七,八,九月間在尼羅河上游,離(Halfa)哈爾反五十公里之薩拉(Scrios)地方,於水面下一公尺之八個等。距離點內,取了八瓶水樣,混合而試驗之。得相當之結果但一九〇六年的試驗更比較精細而可靠。特錄之如下。

尼羅河一九〇六年之沙量實測

八月		九月	
日	燥沙與水重之比	日	燥沙與水重之比
2	$\frac{1}{1016}$	3	$\frac{1}{546}$
4	$\frac{1}{1064}$	5	$\frac{1}{468}$
6	$\frac{1}{834}$	7	$\frac{1}{580}$
7	$\frac{1}{646}$	9	$\frac{1}{522}$
9	$\frac{1}{487}$	11	$\frac{1}{577}$
12	$\frac{1}{317}$	13	$\frac{1}{555}$
12	$\frac{1}{320}$	15	$\frac{1}{643}$

15	$\frac{1}{413}$	17	$\frac{1}{712}$
17	$\frac{1}{314}$	19	$\frac{1}{686}$
21	$\frac{1}{394}$	21	$\frac{1}{841}$
23	$\frac{1}{363}$	23	$\frac{1}{746}$
25	$\frac{1}{519}$	25	$\frac{1}{661}$
27	$\frac{1}{467}$	27	$\frac{1}{893}$
29	$\frac{1}{646}$	29	$\frac{1}{889}$

休氏(Mr. trank Huqhcs)謂河水流過窄狹之河床時,即近水面之水含沙少而近底之水含沙多。此不獨尼羅河爲然,其他各河的情形也是一樣,因河底之水既原挾泥沙,而當地河窄再被冲刷加載一部份沙土。

埃及灌漑事業,甚爲發達。惟各渠渠底泥沙高積,每年挑淤費巨大。他們由孜孜研究流速與沈澱之關係;界度流速,渠槽之適當形式……幸賴彼邦人士之努力現已得有良好效果。將來之期待,尤甚巨大。

埃及農業部分尼羅河之沙爲三種,其能透過每英寸一百孔眼之篩者,爲第一種。二百孔眼之篩者爲第二種。留在一百孔眼之篩之上者爲第三種,即係最粗之沙。下列之分析表,其試樣取自羅斯塔 (Rostta) 壩之上游三百公尺之處。

尼羅河河沙之物理分析（百萬分之一）

取水樣之深度	粗沙		細沙		沙土		總數	
1	3		32		324		377	
2	3	5.5	60	69.0	352	353	415	427
2	8		78		354		440	
3	6		113		368		487	
4	6	5.5	174	150.5	351	357	531	513
4	5		127		363		495	
5	15		160		355		530	
6	20	20.0	163	166.0	377	380	560	566
6	20		169		384		673	
7	24		237		393		654	
8	42	44.5	266	233.0	394	390	702	667
8	47		200		386		633	

埃及農業部長休氏（M. Huqhes）依照研究結果發表如下。

1. 水漸深泥沙漸加多
2. 所加多者全爲粗沙
3. 近河底處泥沙之增加率,粗沙約爲千五百分之一,細沙約爲五百分之一,泥土約爲十分之一。

密西西比河

北美洲之密西西比河爲世界上之大河,長凡一萬餘里。其水災之頻繁,河水之難治,除中國之黄河外,要算牠了。可是該河含沙並不多,比黄河要少百四十倍。據休勃來和亞部（Messrs Humphreqs ond Abbot）二氏之試驗,沙多時可達到水之重量六八一分之一,其平均數約爲八千分之一,近河底處水所含沙量比近水面處多百分之六。水流亦不急,每秒約爲一·三公尺。

世界河道之最大含沙量除黃河外爲利棱波 (Russupore) 河,河在印度彭加爾省 (Begal);其沙堤之高厚著名於世上。試錄數個含沙量測驗之結果如下:

利棱波河之含沙量

年	月	日	水　位	燥沙與水重之比
一八八五	五	一二	116.11	$\frac{1}{455}$
一八八五			116.85	$\frac{1}{263}$
一八八五			117.23	$\frac{1}{142}$
一八八五			118.53	$\frac{1}{25}$
一八八五			117.46	$\frac{1}{69}$
一八八五			117.33	$\frac{1}{89}$

利棱波河之含沙量達到百分之四,惟該河潮汐影響甚大,滿潮時沙甚多,潮落時沙減。與吾國之錢塘江相似。

印度河。 沿印度河之灌溉事業與尼羅河相結昂。惟河水之沙量即倍之。水利委員會發表測驗報告,謂沈澱物內含肥沃之泥甚富,含沙約四分之一。其最大泥沙量之記錄如下:

年	月	日	流　速	泥沙量（與水重之比）
1602	8	19	6.40	$\frac{1}{163}$

1903	9	16	8.10	$\frac{1}{167}$
1904	7	15	8.40	$\frac{1}{181}$
1105	10	20	8.30	$\frac{1}{198}$

據報告內述一九〇三年六月十六日在古利(Kotri)地方測得之最大含沙量爲百三十分之一。

茲總括上述,列成下表,以資比較。

全球大河流沙量表

河名	取水樣處	日期 年月日	每立方公尺內所含沙量gru	沙與水之比（重量）
依力威地河 Irrawaddy	獨內于 Donabyu	1914 8	1,343	$\frac{1}{743}$
密西西比河 Missippi	試驗人爲 Messrs Humphers and Abbot		1,468	$\frac{1}{681}$
渠特氣惟河 Guadalquivi	史卑 Spain	1906	1,872	$\frac{1}{534}$
倍是力河 Bhagiratto	近海口有潮水處	1893 8 12	2,211	$\frac{1}{452}$
尼羅河 Nile	薩拉 Sarras	1906	2,300	$\frac{1}{435}$
波河 Po	試驗人郎巴地 M. Lombardini		3,333	$\frac{1}{300}$
印度河 Indus	舒究 Sukknr	1903 7 16	6,133	$\frac{1}{163}$

降海恆河 Ganges	歹華 Hurdwar		8,130	$\frac{1}{123}$
來因河 Rhine	試驗人哈素該 M. Hartsocker		10,000	$\frac{1}{100}$
素河 Sone	彭該 Bengal	1896 99	9,174	$\frac{1}{109}$
基斯內河 kistna	丕利清脫力 Palichintal	1900 7 27	20,000	$\frac{1}{50}$
惟史力河 Vistula	試驗人史比脫 M. Spittel		20,833	$\frac{1}{48}$
路納河 Rhone	試驗人哥斯與濕培 Messrs Gorsse and Subours		22,222	$\frac{1}{45}$
舒力河 Sutleg	奔闍 Punjab	1894 7 7	29,411	$\frac{1}{34}$
利陝波河 Russulpore	近河口有海潮處	1895 5 15	40,000	$\frac{1}{25}$
黃河	陝縣	1928 8		$\frac{1}{4}$

附黃土之成因

中國黃河含沙多的緣故,是由于河道經流廣袤的黃土帶。黃土帶之分佈在其上游蘭州以西有六萬方公里,自蘭州以東至甯夏間有五萬五千方公里。在其支流汾（山西省）渭,洛（以上陝西）及沁四水流域有五萬七千方公里,其另星散布于幹流域者尙有一萬五千方公里。合共十八萬八千方公里。當流域面積百分之十九。

黃土色棕黃,細如麵粉,少膠性。其土塊以手指揑之即碎。多孔隙,吸水如海綿,雨降其上不生逕流。無結搆。以足踏之,即土塊崩碎。因具此種種性質故易成泥水,而與水同流。雖或遇堅實固結之黃土,壁立數仞,但

大部份土之性質俱疏鬆,易爲雨水冲刷。

許多地質學家認黃土係風堆層,互格納先生言,中亞細亞及中國北部自進了草原時代。便與海洋隔絕。濕風爲東部之高山所障,不能由太平洋吹入。內部空氣乾燥。缺少雨澤,河流乾涸。岩石風化,分解成細碎。大風一起,沙土飛揚,由中亞細亞向東吹送,風止沙落。地上蓋着一層層的沙土,埋着一部份植物經過億萬年,山川河流,都被蓋平。到了魯士時代(?),地殼又有一次大變動,東部諸山陷落,海風吹入內地,雨量增加。不毛之沙地漸有植物生長。經雨水侵蝕,地面後現出河流。即成今日之黃河流域,只是河床疏鬆一部份之土被水冲刷,隨流而去,淤積于下游,黃河常常改道,下游之淤土致愈積愈廣,成沿海之冲積層平原。

黃河河工圖譜

本會

本圖譜凡圖二十二幅,係山東河務局所繪,載於該局年刊。原圖係以照相銅版印刷,縮率過小,故不甚清晰。玆由本會照式重繪,載諸月刊,以公同好。河工名詞,多若牛毛,隨地異稱,不可殫述,此圖所載,尙不啼滄海之一粟。惟於重要工程,若堤埝,若埽,若壩,均已包舉,足供我人之瀏覽矣。圖中所列各名詞,更自楊君保璞所輯河工名詞彙解(未刊稿)中摘錄解釋如後。

圖一　各種堤埝圖

遙堤　距河遙遠之堤。去河里餘或二三里以禦盛漲。

格堤　兩堤間之橫堤曰格堤。積水過多而浸漫甚廣,故築此格藉以間隔也。

大堤　離河近者,綿延甚長,即主堤也。

套堤　險工之處添築之月形堤,謂之套堤,築於決口處,迎汨洳而彙其地也。

民埝　此乃人民自築者並自守,故曰民埝。築於官堤之外,較官堤稍低;官堤外或有隙地,欲假以種植,而恐水浸,乃作埝以禦之也。

大溜　河流全部集中之處,水勢湍急直下之謂也。

圖二　大堤子埝後戧圖

堤頂　堤之上面曰堤頂。

子埝　於大堤上臨河一邊添築之小堤曰子埝以禦盛漲也。

後戧　險工外幫,加築戧堤,戧其堤脚,大抵低于正堤,與盛漲時河內水勢相平。有因工款支拙而分年挑築者,曰後戧又名半戧。

坦　即堤之斜坡,有外坡裏坡之別,統名曰坦。裏坡即背河之堤坡,外坡乃近河之堤坡。

圖三　丁廂護沿暨捆廂埽圖

順廂埽　以稭料等作料,順流向廂成之埽。

捆廂埽　順廂而以繩纜捆束者,概名捆廂埽,堵築決口之用。先於堤上釘橛,一橛一纜,纜之兩端,一繫橛上,一繫船上,再於繩上,舖柴加土,築至合龍。此項埽工,有曰軟廂埽,亦有曰樓廂埽,名目殊不一致。

丁廂護沿　即用稭柴等料築成之埽工,與水之流向成直角。恐堤身受急流冲刷,乃築此護沿。

暗傢伙、　廂埽所下樁繩統曰傢伙;露於外者曰明傢伙,不露者曰暗傢伙。(即三角,棋盤等樁繩)

護根石　構造物前之拋石,用以護脚也。

大樁　即木樁。築護沿簽釘大樁。以繩纜之,不使護沿之稭料鬆散。

簽子　短樁曰簽子。

丁廂料　即稭料,築廂埽用。我國各河埽工多以高粱桿爲之。

圖五　埽圖

裹頭　漫口堤頭之處,以埽裹護者曰裹頭。遇有漫口堤頭不無坍卸,急宜裹住兩頭,以免塌寬。

月牙埽　磨盤埽之較窄者曰月牙埽。

貼邊　靠堤溜力不大,可築貼邊丁廂緊貼堤埝。因築魚鱗埽費用過鉅

魚鱗埽　頂冲大溜處,築魚鱗埽可以挑溜也。埽工頭小尾大,連接數段或數十段,首尾相接,形若魚鱗故名。埽頭藏于前埽尾內,不易走失,埽尾外出以挑溜。

土壩　以土所築之壩曰土壩,用以挑溜也。

騎馬　於埽上加廂四五尺,用大繩拴繫於臨河一面十字木架上,再穿過拴入溜橛,不使廂舖外游,此種埽工曰騎馬。

根樁　廂埽工以前先下拋樁,爲繩纜生根者曰根樁。

羊脚抓子　兩樁砍尖交叉斜插于料中者,曰羊脚抓子。

稭料　見前丁廂料。

腰樁　廂料近堤身處打之木樁曰腰樁。以繩繫之,一端至根樁,一端達外邊大樁。

圖五　埽之做法

柳枕　以柳枝編織成者如枕故名。置於埽底之最外邊,並以繩纏之。

舖底料　大多以蘆柴等作料,編織舖底。

裂縫　堤身與稭料接近處,年久易生裂縫,雨水冲刷,即易坍塌。

圖六　埽之平面圖

三星樁　埽之沿河一邊,所釘之樁成三角形,名三星樁。見詳細圖（圖十九）

圖七　埽之剖面圖

坯　埽用蘆柴柳枝或高粱等料,舖平加壓泥土,共高尺餘,即一坯;如此一層料一堆土,堆築于河岸或堤防之旁,以禦水溜冲刷。最低第一層曰一坯,第二層曰二坯等等類此。

壓土　埽工築成後埽頂再加土一層鎮壓者曰壓土。

圖八　石壩圖

石壩　以石料砌成之壩曰石壩,以轉移水溜之力也。

迴溜　大溜繞過護岸物時;對於護岸物所生之迴轉側流名曰迴溜。

圖九　石壩平面圖

壩頂　壩之上面曰壩頂。

堤根　堤坡之下端曰堤根。

圖十　石壩石護沿圖

石護沿　堤身向河一面,恐受湍流冲刷甚力,乃沿邊以石料拋砌而護之,名曰石護沿。

圖十一　石壩甲乙剖面圖

灰頂　壩之上面以灰土舖砌一層約數寸厚者,曰灰頂。

灰土　以石灰與黃土相混合,頗具黏性。

埽　　預備建築地址曰埽。

圖十二　排石壩護沿圖

排石壩　以碎石抛砌之壩曰排石壩,以移轉水溜之力也。

排石護沿　堤身向河一面恐受急流冲刷,乃以碎石沿堤身舖砌以護之,曰排石護沿。

圖十三　埽之功用圖

順水壩　迎水之處恐堤身受損順流建壩以禦之,故曰順水壩。

圖十四　埽壩平面圖一

各名詞均見前註

圖十五　埽壩平面圖

磯嘴壩　壩形裏寬外窄,壩身抵力均較挑水壩短少,形勢及功用稍似。築于溜急之處,壩台遠出尖挑水溜。

磨盤埽　埽爲半圓形,具體甚大,築於正迴溜交注之處,上水迎正溜,下水抵迴溜。

土壩頭　土壩之臨水一端窄狹者曰土壩頭。

圖十六　柳裹頭圖

壩根　壩之下端曰壩根。

壩頭　壩之臨水一端窄狹者曰壩頭。

掛柳　凡砌坡之處,溜必適逼埽崖,不無刷卸,必須於沿邊密釘樁塊,掛柳枝使溜不致刷卸崖岸,名曰掛柳。

圖十七　柳護沿圖

柳護沿　堤身恐受水冲刷,有以柳技編埽,沿堤身密編以禦之。先離堤一尺處釘大樁,每隔六七寸一根,用柳枝編排,再以碎柳密紮靠緊,並于堤坦上釘簽子,後用繩纜拌住,使密緊不散。

圖十八　七星樁圖

七星樁　埽廂沿邊釘樁三排,如梅花形排列,梅花形之五根外,再加中排左右各一根成爲七星,是爲七星樁。中排及後排之樁繩,均扣

腰椿上。

圖十九　三星椿圖

圖二十　雞爪抓子圖

雞爪抓子　羊脚抓子,中間再加一根木椿,直立者即名曰雞瓜抓子。

圖二十一　梅華椿圖

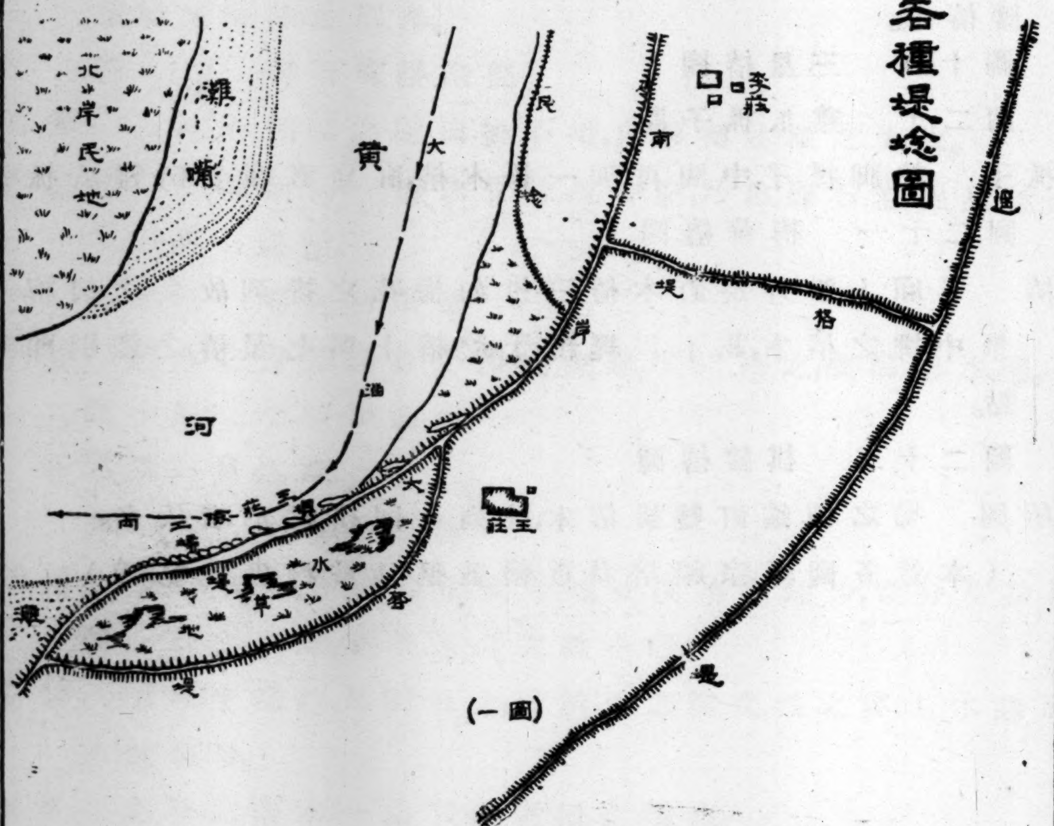
梅華椿　埽厢上沿外邊釘木椿三排如梅花之排列故名之曰梅花椿。惟中排之椿木,並不以繩纜于腰椿上與七星椿之鑑別即在此點。

圖二十二　棋盤椿圖

棋盤椿圖　埽之前端釘雙排椿木,排列如同棋盤形者故名。

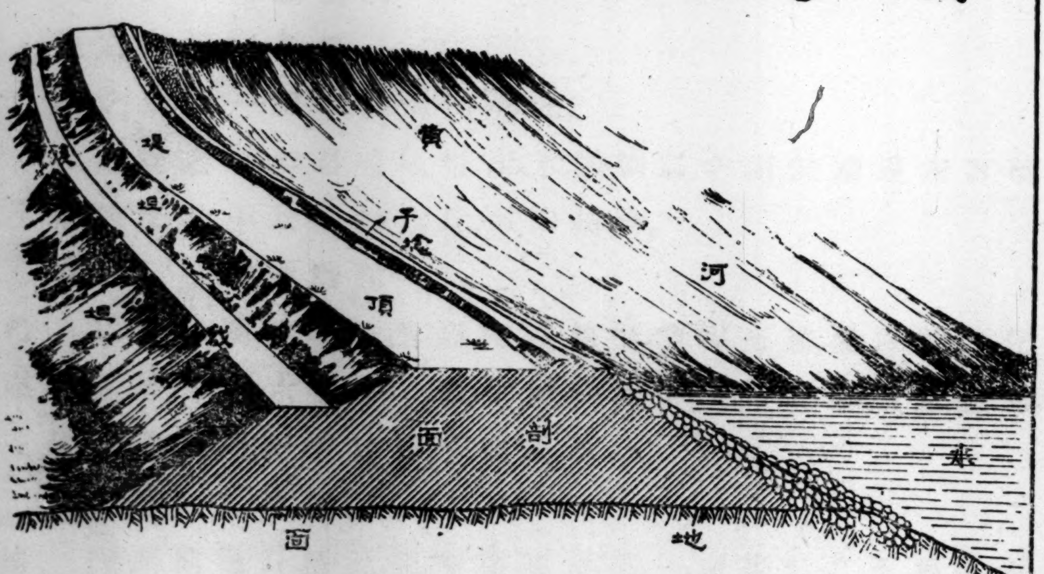
（本篇各圖係宗福培君重繪並摘抄解釋書此誌感）

各種堤埝圖



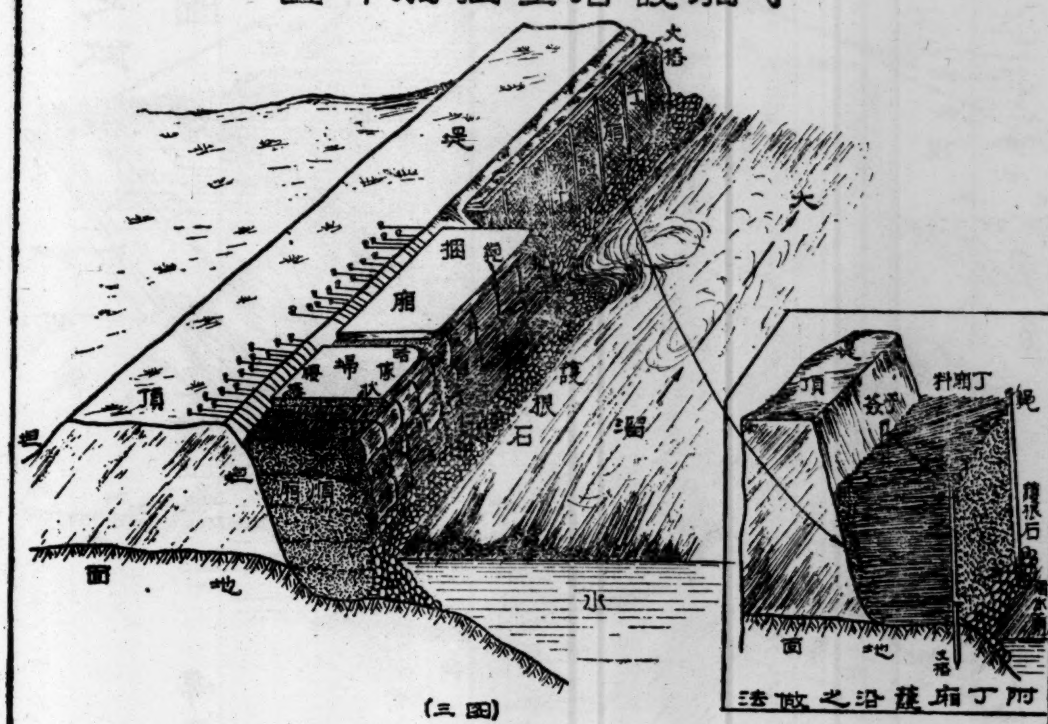
(圖一)

大堤子埝後戧圖



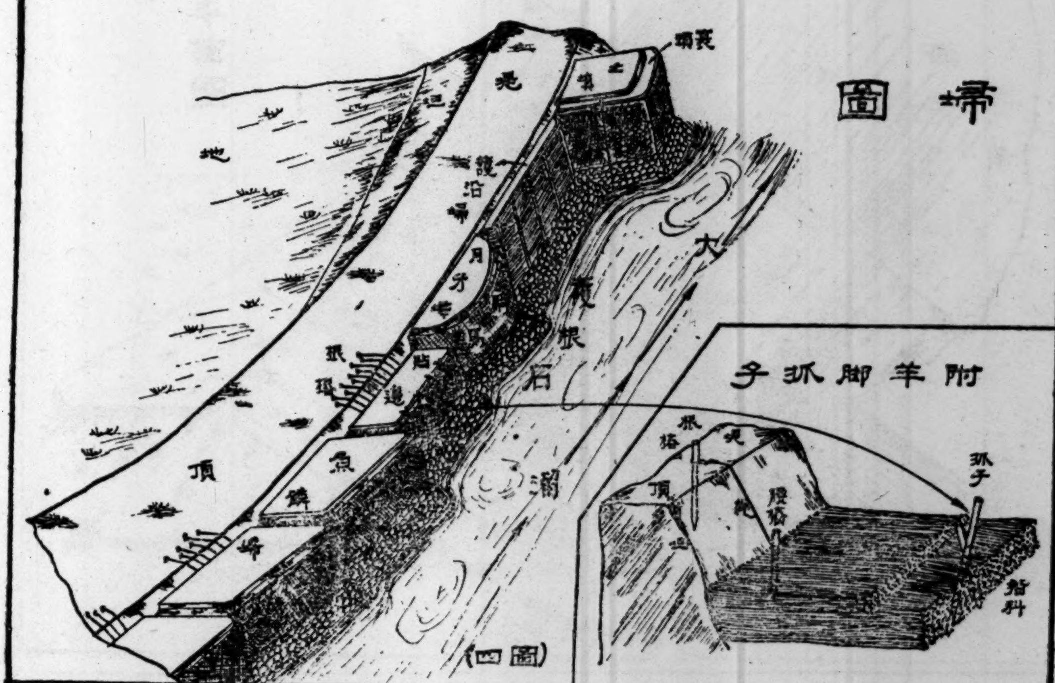
(圖二)

丁廂護沿暨捆廂埽圖



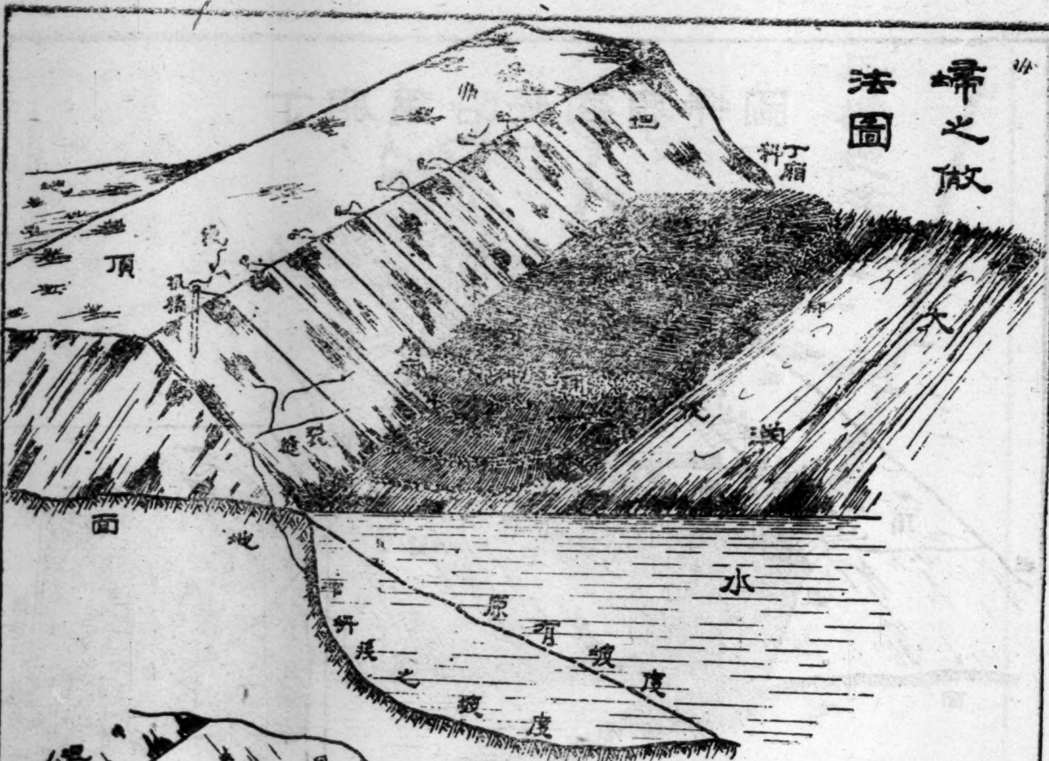
(圖三)

埽圖



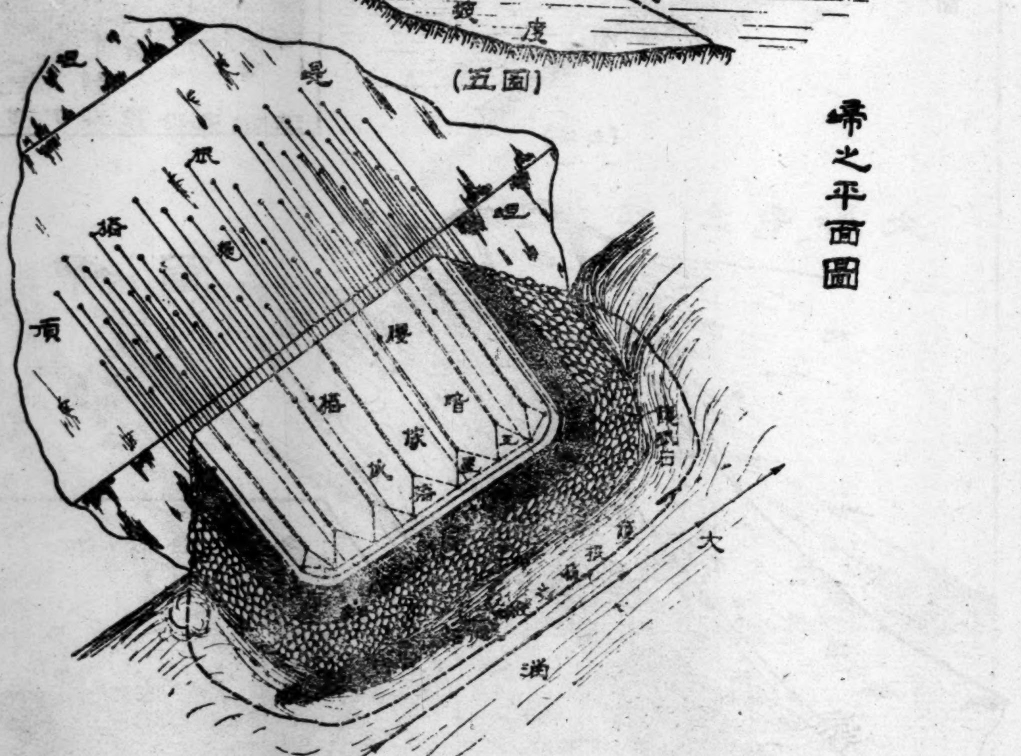
(圖四)

埽之做法圖



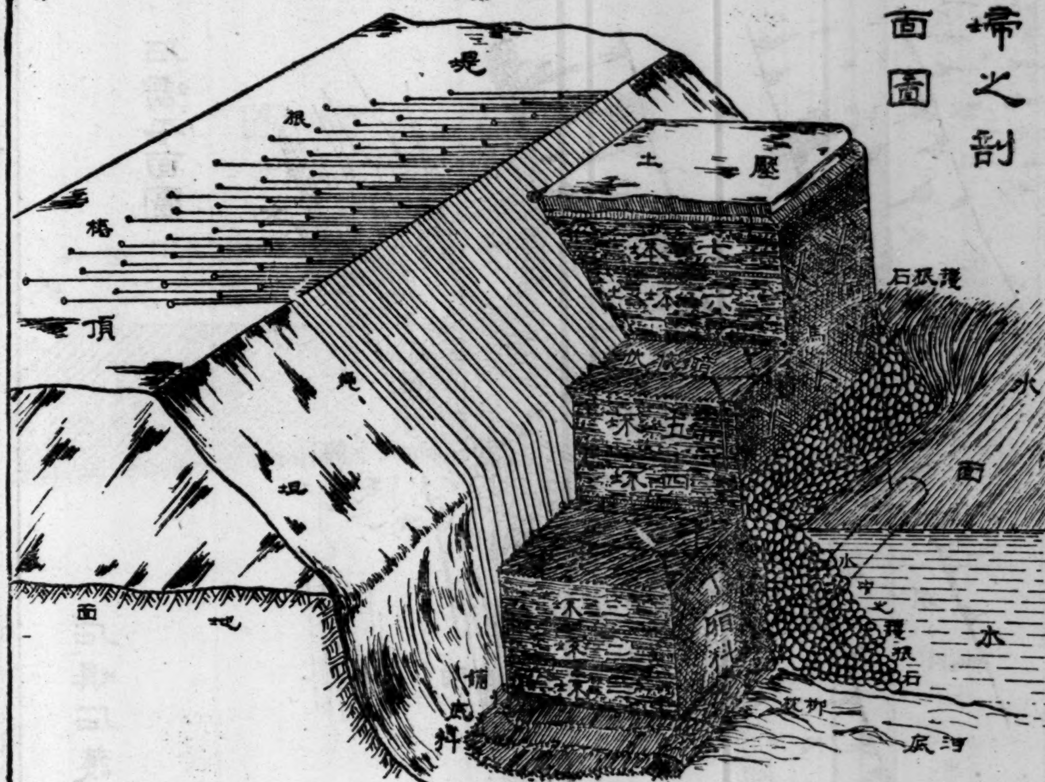
(圖五)

埽之平面圖



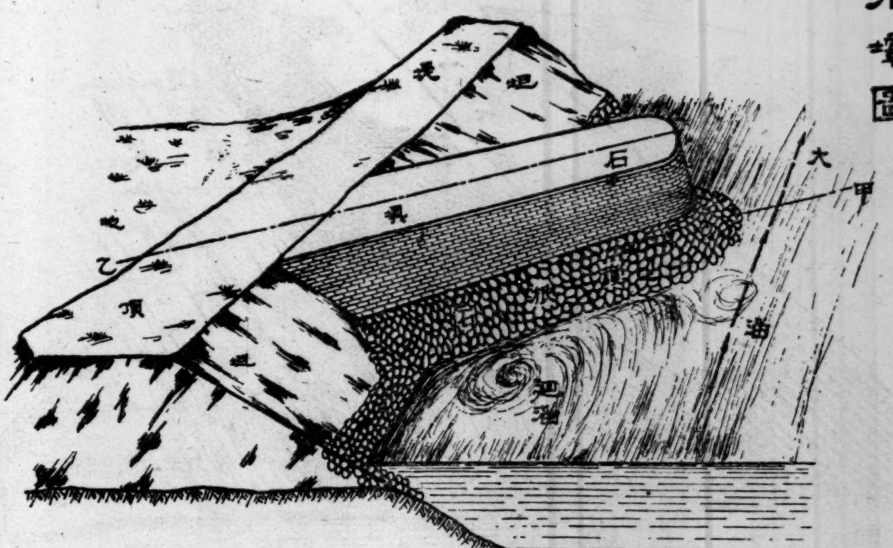
(圖六)

埽之剖面圖



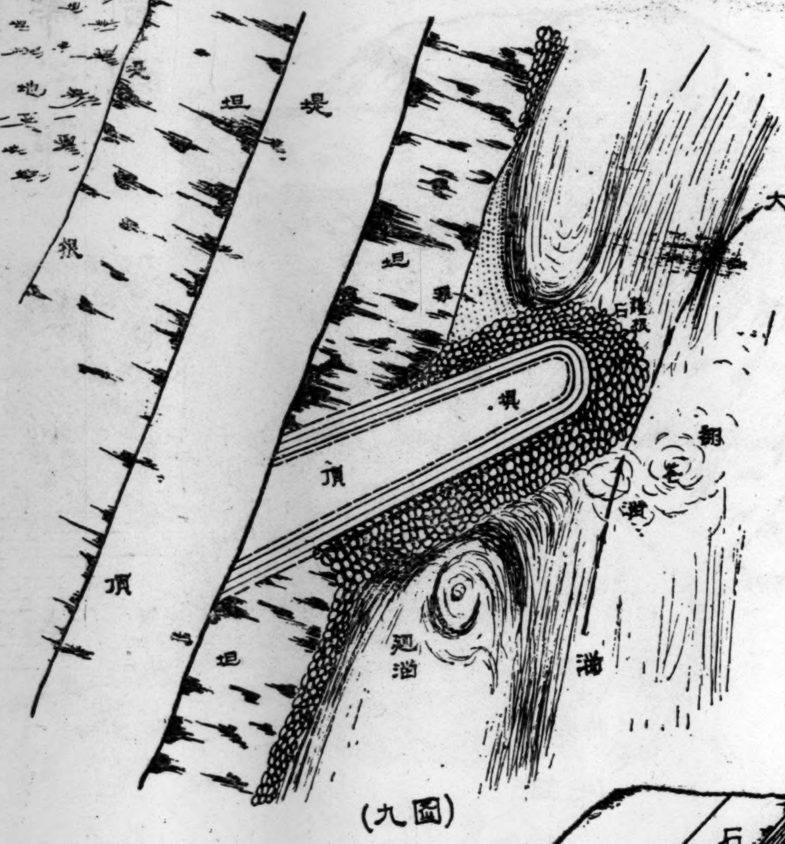
(圖七)

石壩圖



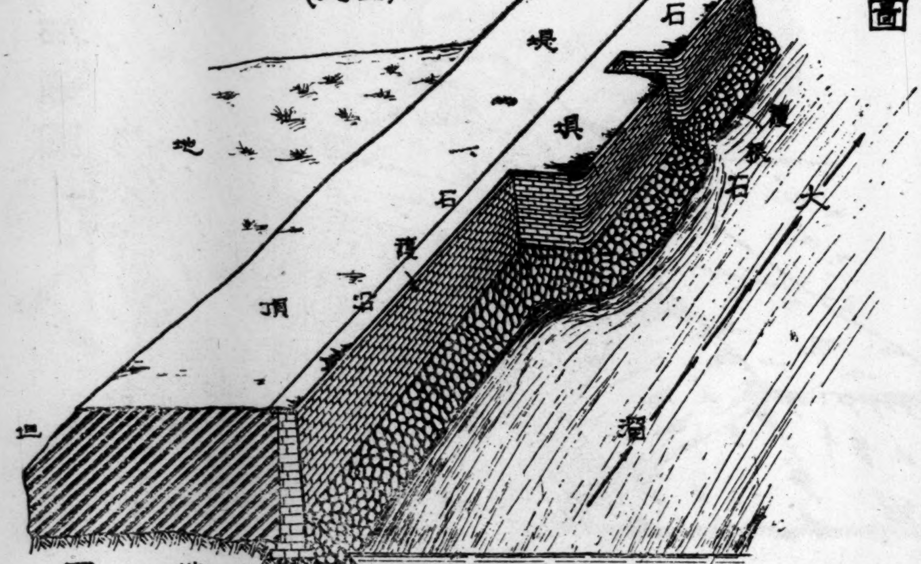
(圖八)

石壩平面圖



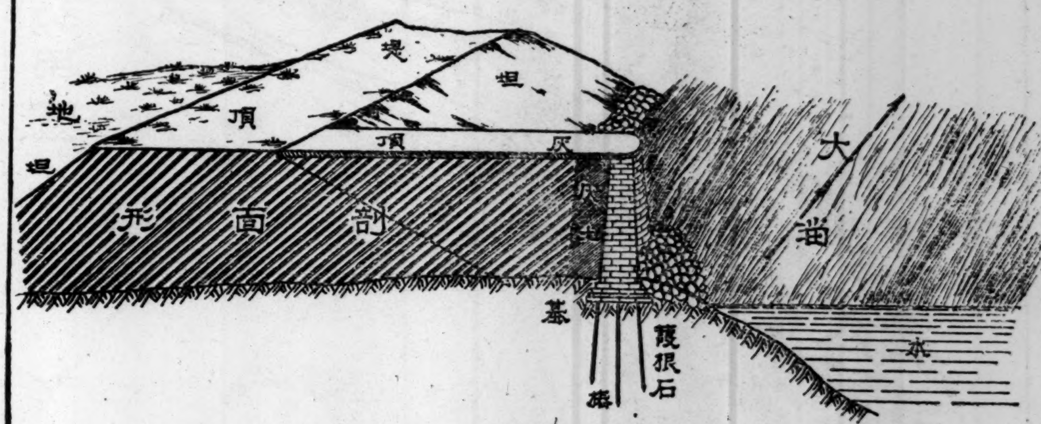
(圖九)

石填石護沿圖



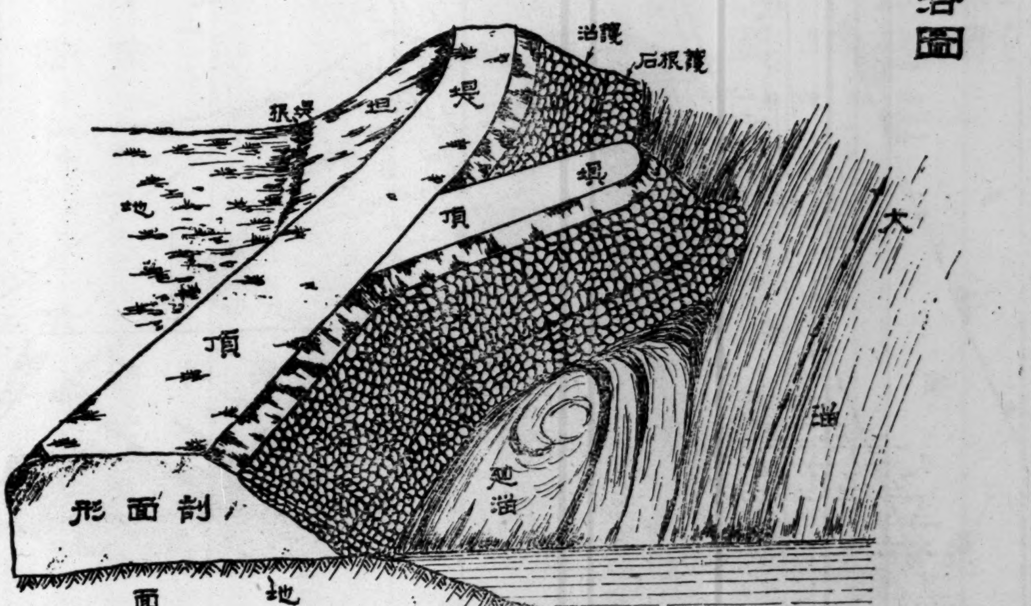
(圖十)

石壩甲乙剖面圖



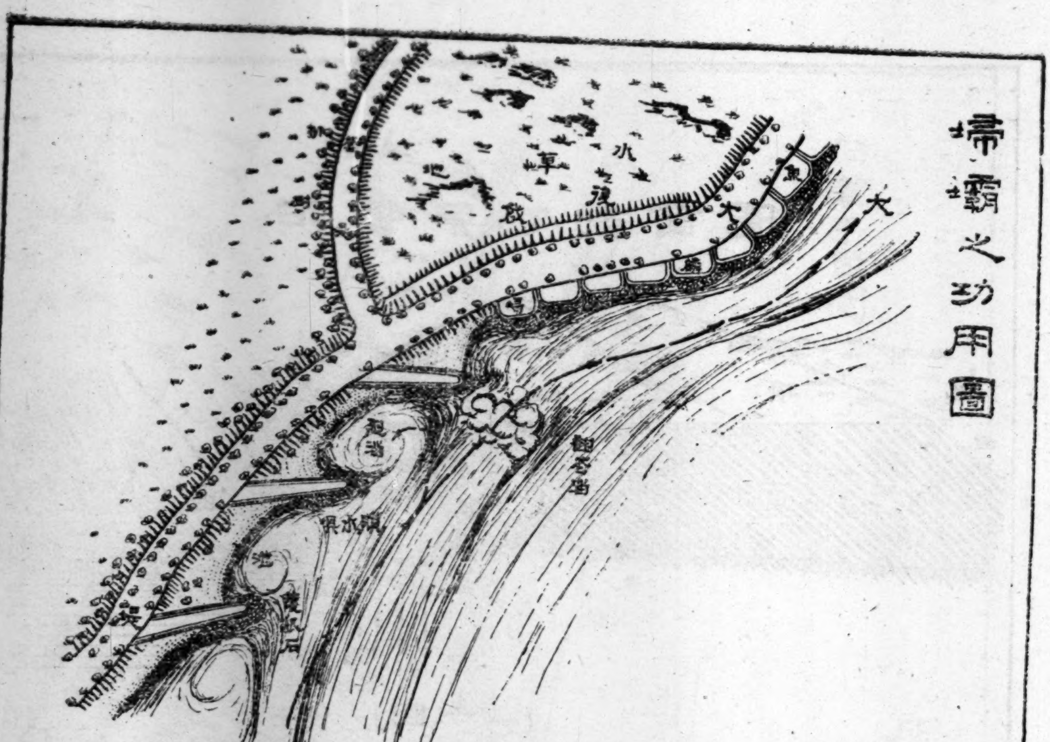
(圖十一)

排石壩護沿圖



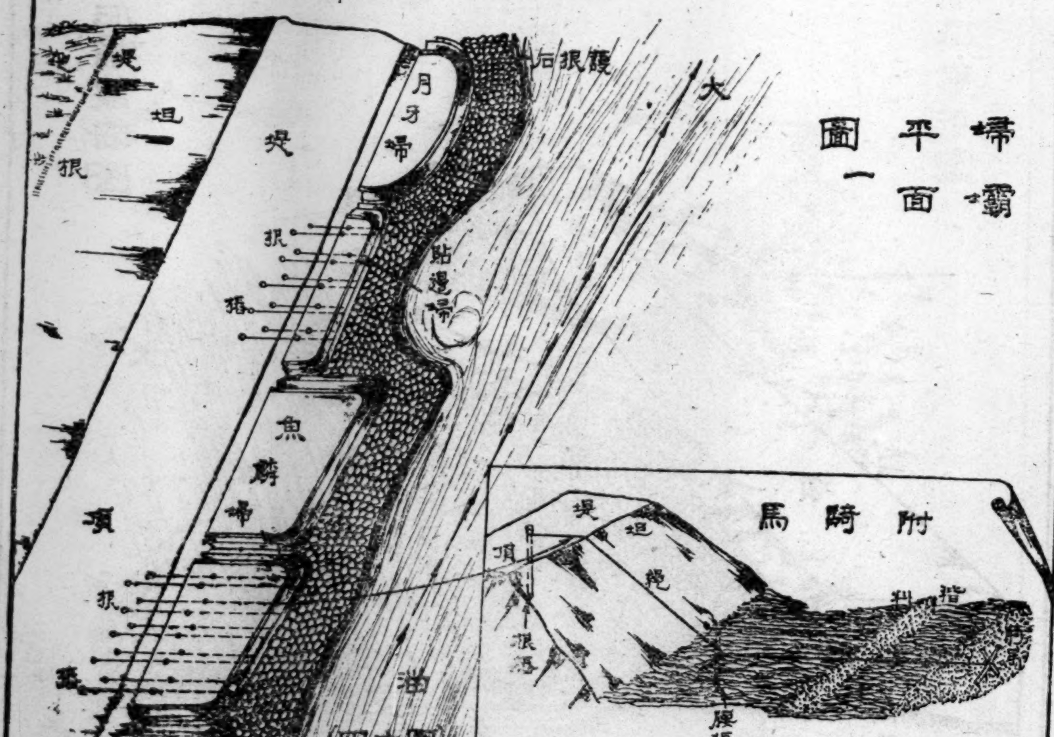
(圖十二)

埽壩之功用圖



(圖十三)

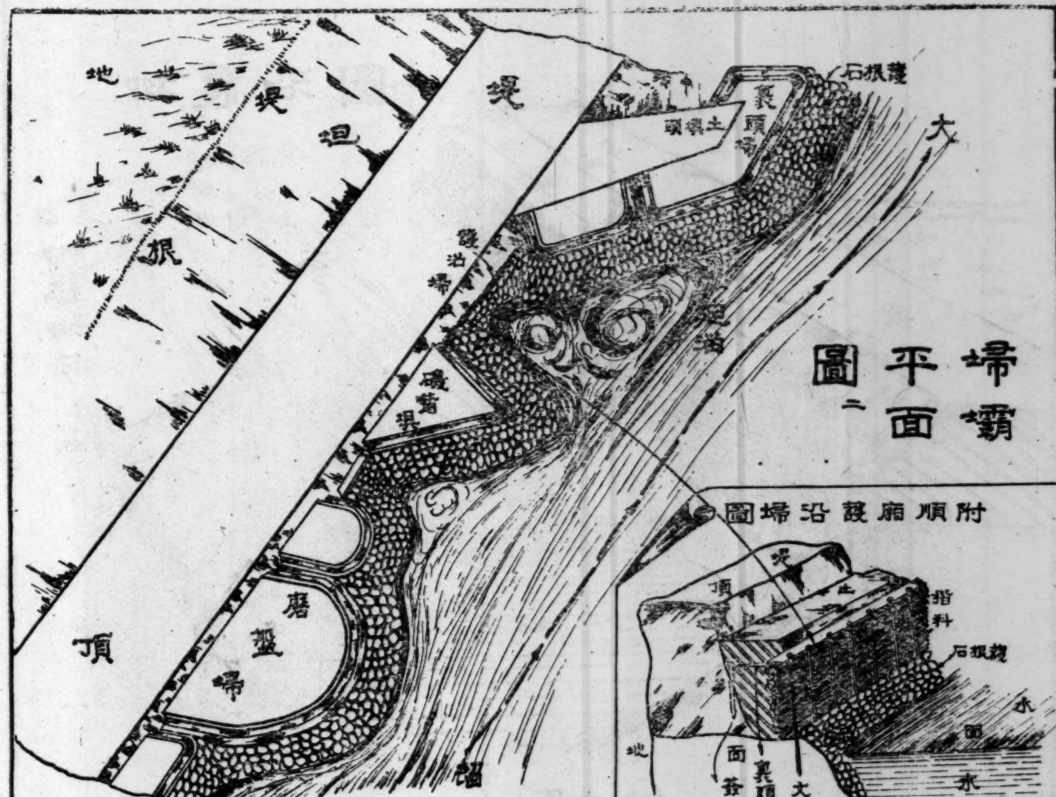
埽壩平面圖一



(圖十四)

埽壩平面圖二

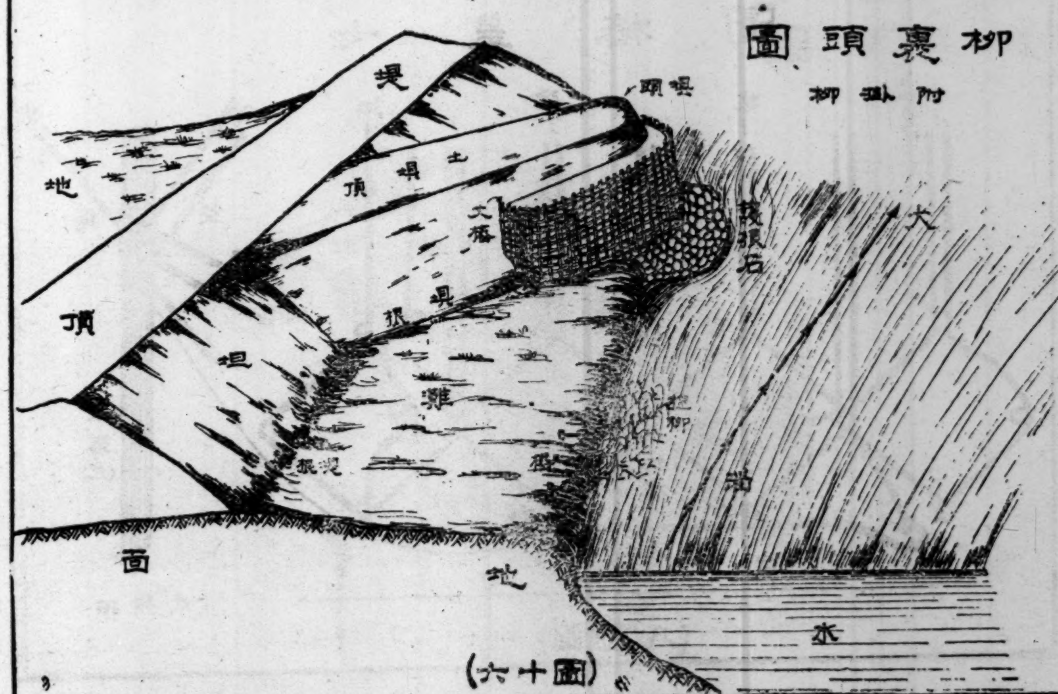
附順廂護沿埽圖



(圖十五)

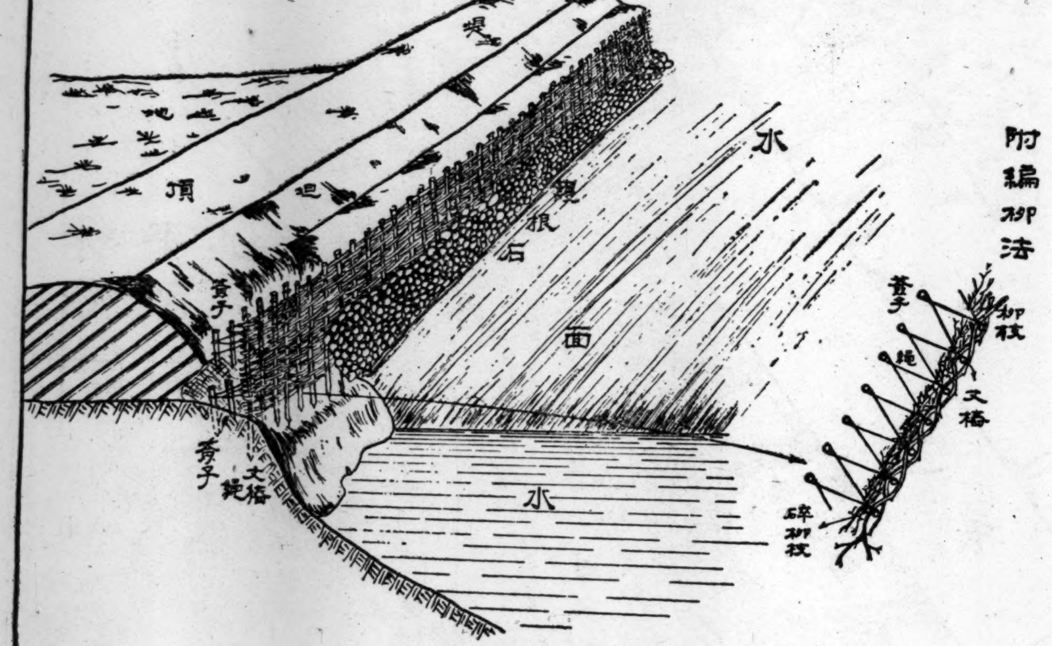
柳裹頭圖

附掛柳



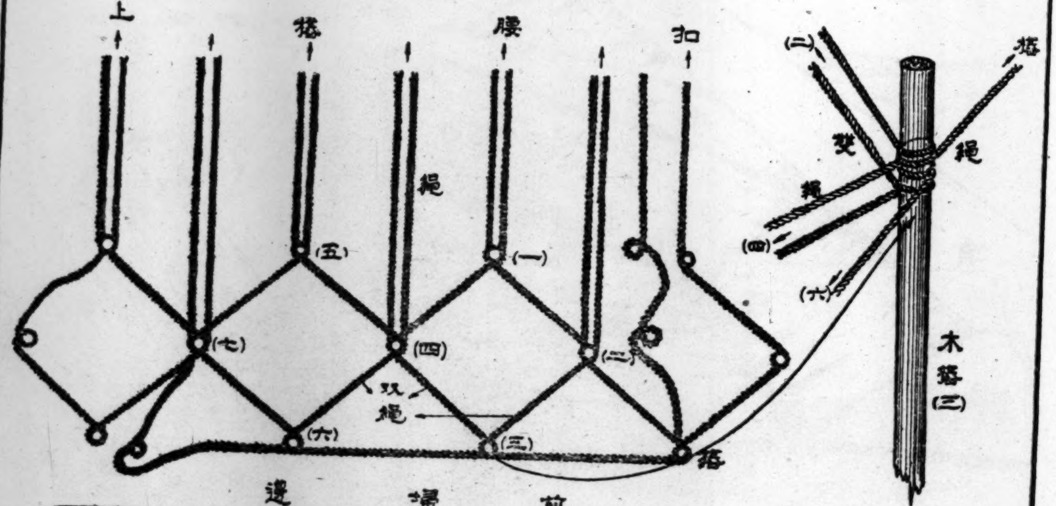
(圖十六)

柳護沿圖



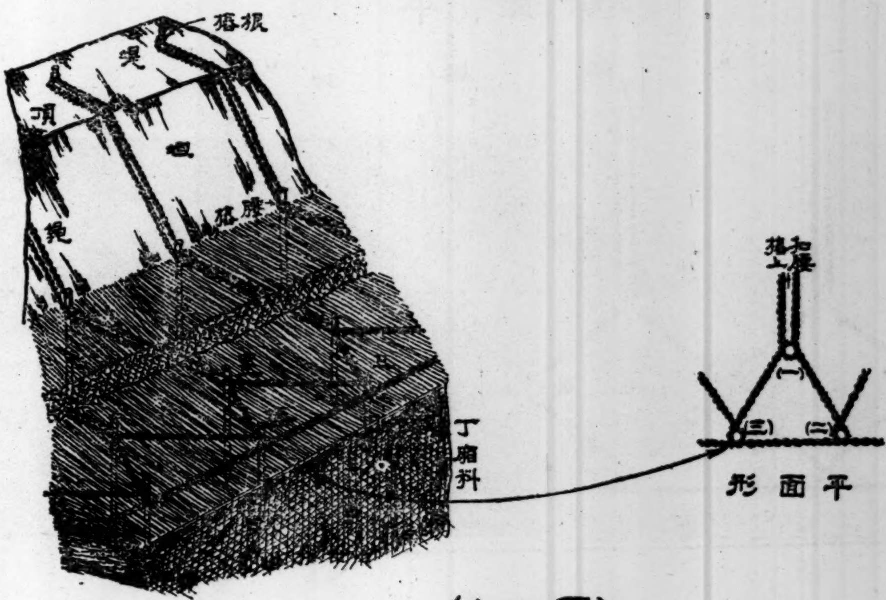
(圖十七)

七星樁圖



(圖十八)

三星樁圖



(圖十九)

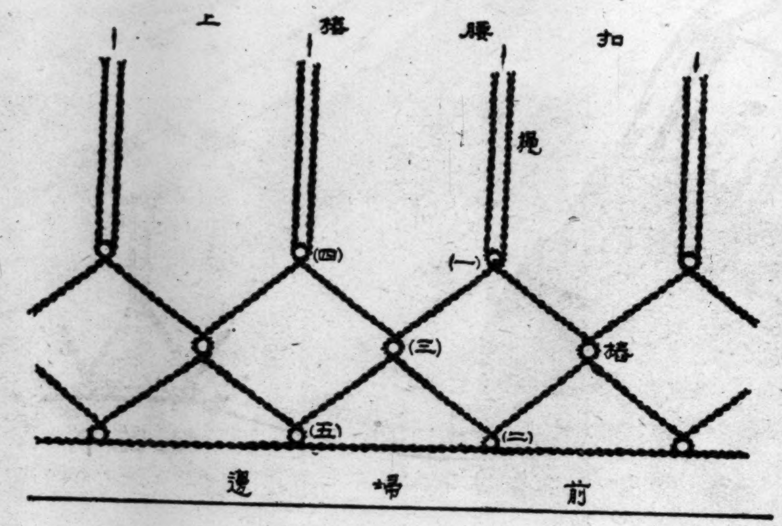
雞爪抓子圖



(圖二十)

梅花樁圖

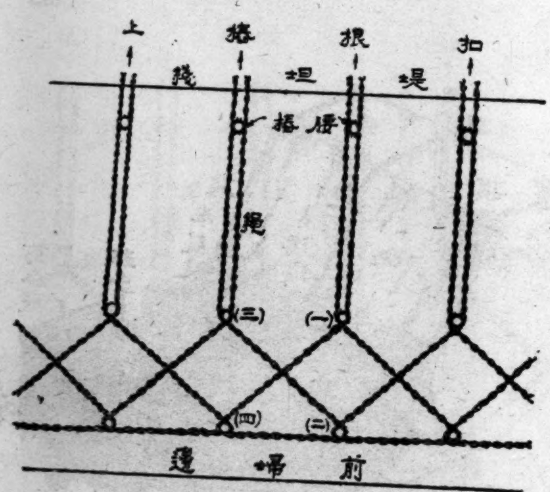
平面形



(圖二十一)

棋盤樁圖

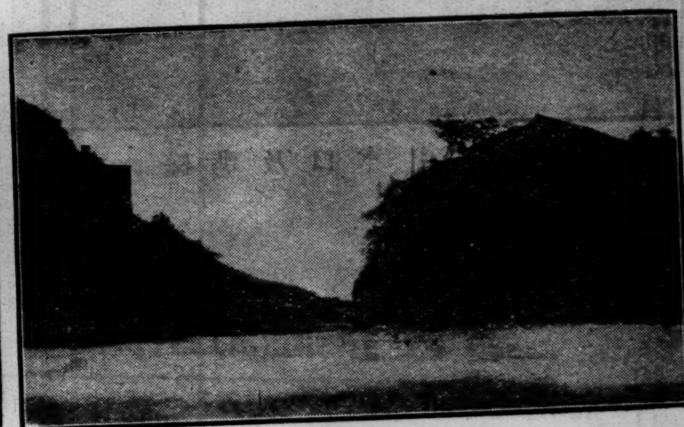
平面形



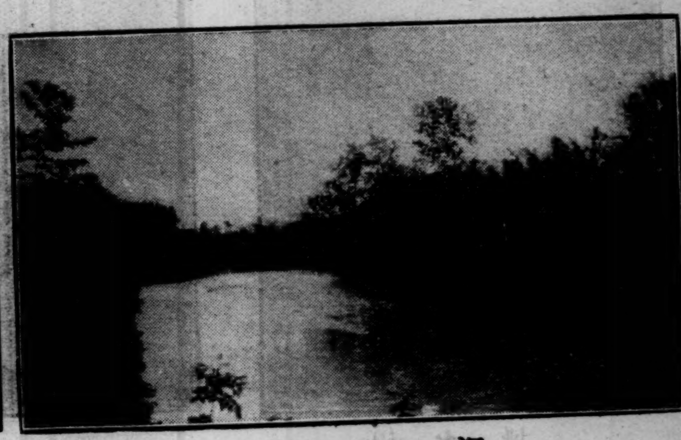
(圖二十二)

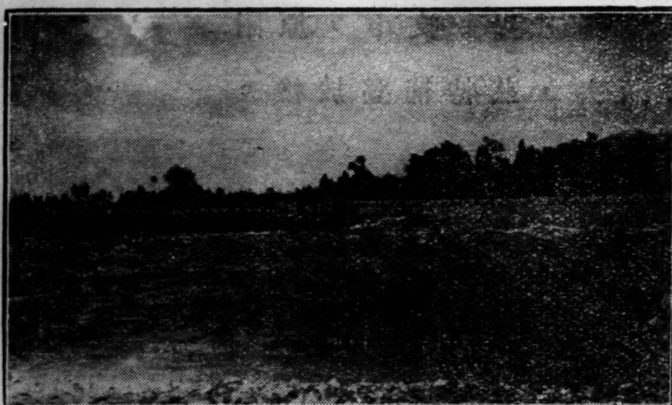
本刊七卷六期四川都江堰灌溉工程一文中，原附有照片九頁，誤被印刷所漏去，茲特補登於後。


分水口


寶瓶口
右岸即離堆


分水口

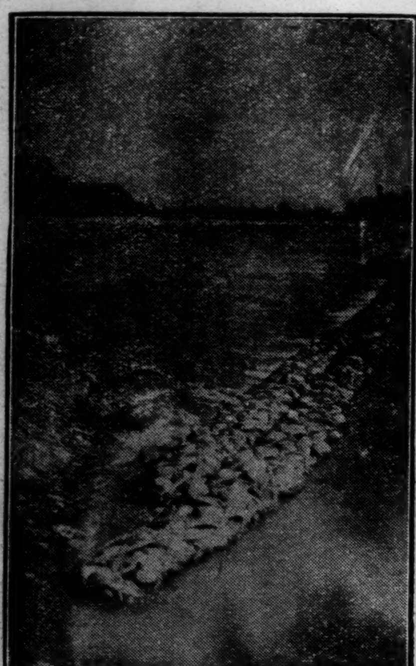

引水渠



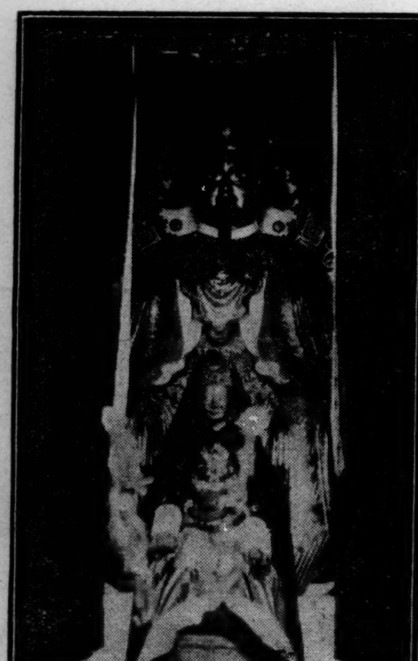
引水口及榪槎



自寶瓶口遠望上游
有人處即飛沙堰



挑水堤



二郎造像



榪槎

HYDRAULIC ENGINEERING

中國水利工程學會印行

PUBLISHED MONTHLY BY THE HYDRAULIC ENGINEERING SOCIETY OF CHINA

30 Plum Garden, Nanking, China

本刊定價表

定報處	南京梅園新村三十號中國水利工程學會出版委員會
零　售	每册二角　　合訂本每册四角
精裝本	每卷三元
預　定	半年六册連郵費一元二角　全年十二册連郵費二元四角
	國外全年起定連郵費三元六角
舊　報	補購二卷至七卷各册均按定價加倍 一卷售罄

本刊廣告刊例

地位／等次	特等 底封面之後面	優等 封面內面及對面	上等 圖畫前	普通 正文前後
全頁	四十元	二十四元	二十元	十六元
半頁		十三元	十一元	九元

(一)特等廣告四色彩印由本會代爲繪圖不另取資

(二)除特等廣告外其餘均用白紙印月刊正文之本色

(三)如用色紙或其他彩印價目另議

(四)繪圖製版工價另議長期不更換者祇取一次費

(五)長期廣告取費從廉

(六)廣告費先收後登

Advertisement rates

POSITION	Rate per insertion	
	FullPage	HalfPage
Outside Back Cover	$ 40.00 Mex	—
Inside Front Cover	24.00 ,,	—
Opposite Inside F't Cover	24.00 ,,	13.00
Opposite Pictorial Page	20.00 ,,	11.00
Ordinary Position	16.00 ,,	9.00

1 Long term insertions are subject to the following rates of discount.
  Full Year (12 insertions) 20 %
  Half Year (6 insertions) 10 %

2. For the outside back cover four colors are allowed with copies and blocks supplied free.

3. For other positions only one color is allowed and blocks are charged according to current price.

4. Special quality of paper may be supplied with additional charges..

5. Payment shall be made before every insertion.